தமிழ் வெளியீட்டுக் கழக வரிசை எண் 206

செய்முறை பௌதிகம்

துணைப்பாடம்

(பட்டப்படிப்புக்குரியது)

ஆசிரியர்கள்

கே. பாசுகரன்,
பௌதிகப் பேராசிரியர்,
லோ.நா. அரசினர் கல்லூரி, பொன்னேரி.

இரா. செயராம்,
பௌதிகத் துணைப் பேராசிரியர்,
ஐ.ஏ.எஸ். தேர்வுப் பயிற்சி நிலையம்,
சென்னை.

தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம்
தமிழக அரசு

First edition—July, 1969

B.T.P. No. 205

© Bureau of Tamil Publications

Physics Practical — Ancillary for B.Sc.

G. BASKARAN AND R. JAYARAM

NET PRICE Rs. 4-50

(No discount)

Printed by
Guru Printers,
38, Acharappan St., Madras-1.

அணிந்துரை

(திரு. செ. மாதவன், *தமிழகக் கல்வி–தொழில் அமைச்சர்*)

தமிழைக் கல்லூரிக் கல்வி மொழியாக ஆக்கி எட்டு ஆண்டுகள் ஆகிவிட்டன. குறிப்பிட்ட சில கல்லூரிகளில் பி.ஏ. வகுப்பு மாணவர் கள் தங்கள் பாடங்கள் அனைத்தையும் தமிழிலேயே கற்றுவந்தனர். 1968ஆம் ஆண்டின் தொடக்கத்தில் புகுமுக வகுப்பிலும் (P.U.C.), 1969ஆம் ஆண்டிலிருந்து பட்டப்படிப்பு வகுப்புகளிலும் விஞ்ஞானப் பாடங்களையும் தமிழிலேயே கற்பிக்க ஏற்பாடு செய்துள்ளோம். தமிழிலேயே கற்பிப்போம் என முன்வந்துள்ள கல்லூரி ஆசிரியர்களின் ஊக்கம், பிற பல துறைகளிலும் தொண்டு செய்வோர் இதற்கெனத் தந்த உழைப்பு, தங்கள் சிறப்புத் துறைகளில் நூல்கள் எழுதித் தர முன்வந்த நூலாசிரியர்கள் தொண்டுணர்ச்சி இவற்றின் காரணமாக இத் திட்டம் நம்மிடையே மகிழ்ச்சியும் மன நிறைவும் தரத்தக்க வகை யில் நடைபெற்று வருகிறது. இவ்வகையில், கல்லூரிப் பேராசிரியர்கள் மாணவர்க்குக் கலை, அறிவியல் பாடங்களைத் தமிழிலேயே பயிற்றுவிப்ப தற்குத் தேவையான பயிற்சியைப் பெறுவதற்கு மதுரைப் பல்கலைக் கழகம் ஆண்டுதோறும் எடுத்துவரும் பெருமுயற்சியைக் குறிப்பிட்டுச் சொல்லவேண்டும்.

பல துறைகளில் பணிபுரியும் பேராசிரியர்கள் எத்தனையோ நெருக் கடிகளுக்கிடையே குறுகிய காலத்தில் அரிய முறையில் நூல்கள் எழுதித் தந்துள்ளனர்.

வரலாறு, அரசியல், உளவியல், பொருளாதாரம், தத்துவம், புவியியல், கணிதம், பௌதிகம், வேதியியல், உயிரியல், வாணியல், புள்ளியியல் ஆகிய எல்லாத் துறைகளிலும் தனி நூல்கள், மொழி பெயர்ப்பு நூல்கள் என்ற இரு வகையிலும் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகம் நூல்களை வெளியிட்டுவருகிறது.

இவற்றுள் ஒன்றான 'செய்முறை பௌதிகம்—துணைப்பாடம்' என்ற இந் நூல் தமிழ் வெளியீட்டுக் கழகத்தின் 206ஆவது வெளி யீடாகும். இதுவரை 241 நூல்கள் வெளிவந்துள்ளன.

உழைப்பின் வாரா உறுதிகள் இல்லை; ஆதலின், உழைத்து வெற்றி காண்போம். தமிழைப் பயிலும் மாணவர்கள் உலக மாணவர் களிடையே சிறந்த இடம் பெறவேண்டும்; அதுவே தமிழன்னையின் குறிக்கோளுமாகும். தமிழ்நாட்டுப் பல்கலைக் கழகங்களின் பலவகை உதவிகளுக்கும் ஒத்துழைப்புக்கும் நம் மனம்கலந்த நன்றி உரித்தாகுக.

செ. மாதவன்

பொருளடக்கம்

I. பொது பௌதிகம்

		பக்கம்
1.	வெர்னியர் காலிப்பர்	... 1
2.	திருகு அளவி	... 7
3.	கோளமானி	... 12
4.	நகரும் அல்லது வெர்னியர் நுண்ணோக்கி	... 19
5.	தனித்த ஒளியியல் நெம்புகோல்	... 26
6.	பௌதிகத் தராசு	... 30
7.	ஒப்பு அடர்த்தி சீசா	... 38
8.	திட, திரவப் பொருள்களின் ஒப்பு அடர்த்தி	... 42
9.	யங்கின் நீட்சி குணகம்	... 47
10.	பரப்பு இழுவிசை—நுண்புழை ஏற்ற முறை	... 52
11.	,, முறுக்குத் தராசு முறை	... 57
12.	,, துளி எடை முறை	... 61
13.	திரவங்களின் பாகுநிலை	... 69
14.	திரவங்களின் பாகுநிலை எண்களின் ஒப்பீடு	... 76

II. வெப்பம்

15.	நீட்சிப் பெருக்கம்	... 79
16.	திரவத்தின் தோற்றப் பெருக்கம்	... 83
17.	காற்றின் பருமப் பெருக்க எண்	... 86
18.	காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண்	... 89
19.	திடப் பொருளின் சுய வெப்பம்	... 95
20.	திரவத்தின் சுய வெப்பம்—கலவை முறை	... 100
21.	பனிக்கட்டி உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம்	... 104
22.	நீராவியின் உள்ளுறை வெப்பம்	... 108
23	நியூட்டனின் குளிர்ப்பு விதி—எண்பித்தல்	... 112
24.	திரவத்தின் சுயவெப்பம் குளிர்ப்பு முறை	... 118
25.	தாமிரத்தின் வெப்பக் கடத்துத்திறன்	... 122

III. ஒளி

26.	கோளக ஆடிகள்	... 128
27.	ஒளி விலகல் எண்	... 136
28.	மாறுநிலைக் கோணம்	... 141

29. குவி வில்லை ... 146
30. குழி வில்லை ... 152
31. திரவ வில்லை—திரவத்தின் ஒளி விலகல் எண் ... 157
32. நிறமாலைமானி ... 164
33. நியூட்டனின் வளையங்கள் ... 172
34. விளிம்பு வளைவு கீற்றணி ... 177
35. தளவளைவுமானி ... 183

IV. ஒலி

36. சோனாமீட்டர் ... 187
37. ஒத்திசைவு ... 197

V. காந்தவியல்

38. விலகு காந்தமானி—டேன்-A நிலை ... 202
39. விலகு காந்தமானி—டேன்-B நிலை ... 210
40. விலகு காந்தமானி—இருமடி எதிர்விதியை எண்பித்தல். 217
41. M. H. தீர்மானித்தல் ... 224

VI. மின்னியல்

42. டேன்ஜென்ட் கால்வனா மீட்டர் ... 231
43. மின் இயக்கு விசைகளின் ஒப்பீடு ... 234
44. மீட்டர் சமனச் சுற்று ... 238
45. அஞ்சல் அலுவலகப் பெட்டி ... 244
46. மின் தடை வெப்பநிலை எண் ... 248
47. மின்னழுத்தமானி—மின் இயக்கு விசைகளின் ஒப்பீடு. 251
48. மின்கலத்தின் அகத்தடையை அறிதல் ... 256
49. மின் தடைகளின் ஒப்பீடு ... 259
50. ஆம்பியர்மானியை அளவீடு செய்தல் ... 262
51. குறைந்த அளவு வோல்ட்மானியை அளவீடு செய்தல். 266
52. ஆடிக் கால்வனாமானியின் தடையும் தகுதியொப்பெண்ணும். 269
53. ஜூலின் கலோரிமானி—J ... 274
54. தாமிரத்தின் மின் வேதியல் எண் ... 278
55. மின்பகு திரவத்தின் கடத்துத் திறன் ... 281

செய்முறை பௌதிகம்

துணைப்பாடம்

1. வெர்னியர் காலிப்பர்

நோக்கம்

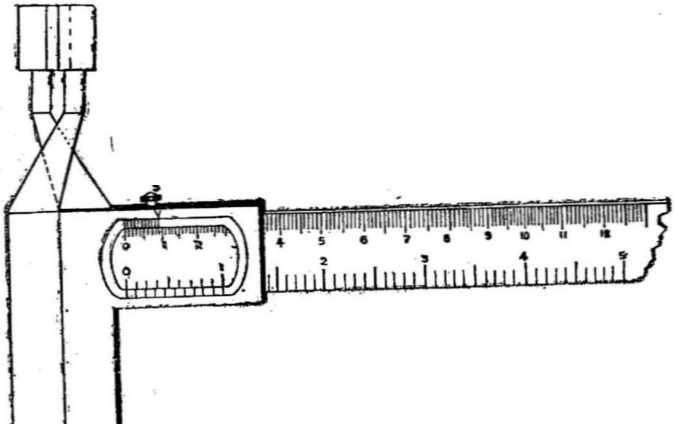
ஒழுங்கான உருவமுடைய பொருள்களின் குறுக்களவு காணல்.

கருவிகள்

வெர்னியர் காலிப்பர் (Vernier Calipers), கோளம், உருளை முதலியன.

விளக்கம்

வெர்னியர் காலிப்பர் எஃகுச் சட்டத்தால் ஆனது. இச்சட்டத்தின் ஒரு விளிம்பு சென்டி மீட்டர், மில்லி மீட்டராகப் பகுக்கப் பட்டுள்ளது. இது மூலக்கோலாகும். (main scale) இச்சட்டத்தின் இடது முனையில் செங்குத்தாக ஒரு உலோகத்தாடை A (படம்-1)



படம்.1.

நிலையாக அமைந்துள்ளது. இத் தாடையின் உட்புறம் சமதளமாக உள்ளது. மற்றொரு உலோகத்தாடை - மூலக்கோலின்மீது நகரு

மாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனைத் திருகு S மூலம் வேண்டும் இடத்தில் அசையாமல் பொருத்தலாம். இந்தத் தாடையில் ஒரு வெர்னியர் அளவுகோல் V-யைக் காணலாம். இரண்டு தாடைகளும் ஒன்றையொன்று சந்திக்கும் பொழுது (படம்-1), மூலக்கோலின் சுழியமும் (Zero), வெர்னியர் கோலின் சுழியமும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் பொருந்தும். இப்பொழுது தாடைகள் இரண்டுக்கும் இடையில் சிறிதும் இடைவெளி இராது.

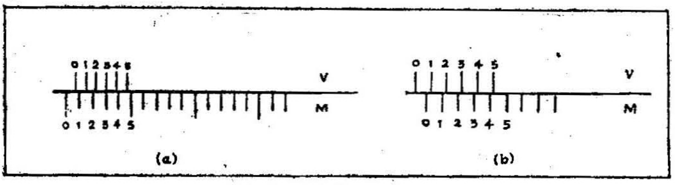
9- மூலக்கோல் பகுதிகள் வெர்னியர் அளவு கோலில் 10 சமபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு வெர்னியரின் அதம அளவை (Least Count) என்பது வெர்னியர் காலிப்பரைக் கொண்டு அளவிடக் கூடிய மிகச் சிறிய நீளமாகும். இது மூலக்கோலின் ஒரு பகுதியின் (Main Scale Division) மதிப்புக்கும், வெர்னியர் கோலின் ஒரு பகுதியின் (Vernier Scale Division) மதிப்புக்கும் உள்ள வேறுபாடாகும். ஆகவே அதம அளவு $\frac{1}{10}$ மூலக்கோல் பகுதியாகும்.

செய்முறை

வெர்னியர் அளவு கோலில் உள்ள பிரிவுகளின் எண்ணிக்கையும், பின்பு மூலக்கோலை நன்கு ஆய்ந்து மூலக்கோல் பகுதியின் அளவையும் அறிந்து கொள்ளவேண்டும். இரு தாடைகளையும் ஒன்றொடொன்று இணையுமாறு நெருக்கி, வெர்னியரின் நீளத்தை அளக்க வேண்டும். மூலக்கோல் சுழியமும், வெர்னியர் சுழியமும் நேரடியாகச் சந்திக்காமலிருந்தால், வெர்னியரின் சுழியத்தை மூலக்கோலின் ஒரு குறிப்பிட்ட முழுமையான பிரிவுடன் சந்திக்குமாறு, இயங்கும் தாடையை அமைத்து வெர்னியரின் நீளத்தைக் கண்டறியலாம். வெர்னியரில் அடங்கிய பகுதிகளும் அதன் நீளமும் கண்டறிந்தபின், ஒரு வெர்னியரின் பிரிவின் அளவை கணக்கிட வேண்டும். ஆகவே ஒரு மூலக்கோல் பிரிவிற்கும் ஒரு வெர்னியர் பிரிவிற்கும் உள்ள வேறுபாடே அதம அளவாகும். பிரிவின் மதிப்பும் அதம அளவும் செ. மீ. முறையில் குறிப்பிட வேண்டும்.

வெர்னியர் காலிப்பரின் இரு தாடைகளும் இணைந்து அமைய, இயங்கும் தாடையை நகர்த்த வேண்டும். தாடைகள் பொருந்தி இணையும்போது வெர்னியர் சுழியமும் மூலக்கோல் சுழியமும் நேரடியாக ஒரே நேர் கோடாக தோன்றுமாறு அமைக்க வேண்டும். இத்தகைய சந்திப்பு அல்லது சுழியங்களின் இணைப்பு கருவியில் தொடக்கப் பிழையின்றி துல்லியமாக

உள்ளது என்பதை சுட்டும். கருவியின் மூலம் பதிவான அளவிற்கு திருத்தம் தேவையில்லை. மேற் கூறியபடி சுழியங்கள் சந்திக்காமல் சற்று விலகியிருந்தால் கருவியில் தொடக்கப்பிழை (Zero error) உள்ளதாகக் கருதவேண்டும்.



படம் - 2

படம் (2 a) ல் காட்டியது போல் இரு சுழியங்களும் நேரடியாக சந்திப்பதற்கு முன், தாடைகள் இரண்டும் இணையுமானால், கருவியில் உள்ள பிழை நேர்குறி தொடக்கப்பிழை (Positive zero error) எனப்படும். இரு தாடைகளுக்கிடையில் விலகலின்றி நெருங்கி இணையும்போது, வெர்னியர் சுழியம் மூலக்கோல் சுழியத்திற்கு வலது புறத்தில் காணப்படுகிறது. இந்நிலையில் மூலக்கோலின் ஏதேனும் ஒரு பிரிவுடன் இணையும் வெர்னியரின் குறிப்பிட்ட பிரிவை கவனிக்க வேண்டும். இவ்வாறு இணையும் வெர்னியர் பிரிவு x என்றால், தொடக்கப்பிழை $+x$ ஆகும். தொடக்கப்பிழை திருத்தம் $-x \times c$ என்றாகும். c அதம அளவு நேர் குறி தொடக்கப்பிழை, எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை திருத்தமாக மாறும். அதாவது இணையும் வெர்னியர் பிரிவுடன் அதம அளவை பெருக்குவதால் பெறும் பலனின் அளவை, செ. மீ. அல்லது மி. மீ முறையில் குறித்து, அந்த தொடக்கப் பிழை திருத்த அளவை, பதிவு செய்யப்படும் அளவிலிருந்து கழிக்க வேண்டும்.

மாறாக படம் 2-bல் காட்டியது போல் இரு சுழியங்களும் சந்தித்த பின்பு, தாடைகள் இரண்டும் இணையுமானால் கருவியில் உள்ள பிழை எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை (Negative zero error) எனப்படும். இங்கே, வெர்னியர் சுழியம் மூலக்கோல் சுழியத்திற்கு இடது புறத்தில் காணப்படுகிறது. (அதாவது இரு சுழியங்களும் இணையும்போது, இரு தாடைகளுக்கு நடுவே இடைவெளி உள்ளது). இந் நிலையில் மூலக்கோலின் எதேனும் ஒரு பிரிவுடன் இணையும் வெர்னியரின் குறிப்பட்ட பிரிவை கவனிக்க வேண்டும். இவ்வாறு இணையும் வெர்னியர் பிரிவு x என்றால், தொடக்கப்பிழை $-(n-x)$ பிரிவாகும், 'n' என்பது வெர்னியரில் அடங்கிய பிரிவுகளின் எண்ணிக்கையாகும்.

தொடக்கப்பிழை திருத்தம் + $(n - x)c$ என்ருகும். c அதம அளவு எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை, நேர்குறி தொடக்கப்பிழை திருத்தமாக மாறும். இதனை செ. மீ. அல்லது மி. மீ முறையில் குறிப்பிட வேண்டும்.

அதம அளவும், தொடக்கப் பிழையும் கண்டறிந்த பின்பு, கருவியைப் பயன்படுத்த ஏதுவாகும். ஆய்விற்குரிய ஒழுங்கான உருளையினை இரு தாடைகளுக்கிடையில் நிலையாக அமைத்து, இயங்கும் தாடையை நகர்த்தி, உருளை நீளவாட்டாகவோ குறுக்காகவோ இரு தாடைகளுக்கிடையே நன்கு பொருந்துமாறு அமைக்க வேண்டும். இயங்கும் தாடையை உருளையின் மீது மென்மையாக அழுத்த வேண்டும். வெர்னியர் சுழியத்திற்கு அண்மையில் உள்ள, சிறிய மூலக்கோல் அளவை குறித்து கொள்ள வேண்டும். இம் மூலக்கோல் அளவு செ. மீ-ல் குறிக்க வேண்டும் பின் மூலக்கோலின் ஏதேனும் ஒரு பிரிவுடன் துல்லியமாக அல்லது ஏறத்தாழ இணைகின்ற வெர்னியர் பிரிவை கவனிக்க வேண்டும். உருளையின் நீளம்/விட்டம் கண்டறிய, இணையும் வெர்னியர் பிரிவுடன் அதம அளவை பெருக்குவதால் பெறும் விடையை மூலக்கோல் அளவுடன் கூட்ட வேண்டும். இப்பதிவான அளவுடன் தொடக்கப்பிழை திருத்ததைத் கூட்ட வேண்டும்.

மேற்கோளாக:- அதம அளவு (C) 0. 01 செ.மீ.

மூலக்கோல் அளவு (M) 3. 5 செ.மீ.

இணையும் வெர்னியர் பிரிவு (V) 4

உருளையின் நீளம்/விட்டம் =

மூலக்கோல் அளவு (M) + இணையும் வெர்னியர் பிரிவு (V) × அதம அளவு (C)

$$= M + VC.$$
$$= 3.5 + 4 \times 0.01.$$
$$= 3.5 + 0.04$$
$$= 3.54 \text{ செ.மீ.}$$

தொடக்கப்பிழை இருப்பின் பதிவான அளவை திருத்த வேண்டும்.

(i) நேர்குறி திருத்தப்பிழை :

இணையும் வெர்னியர் பிரிவு = + 2

தொடக்கப்பிழை = + 2

தொடக்கப்பிழை திருத்தம் = -2×0.01

= -0.02 செ.மீ.

பதிவான அளவு 3.54 செ. மீ. என்றால், எதிர்க்குறி தொடக்கப் பிழை திருத்தமாதலால், 0 . 02 செ. மீ ஐ 3.54 செ. மீ-லிருந்து கழிக்க உருளையின் துல்லியமான நீளம்/விட்டம் = 3.52 செ. மீ.

(ii) எதிர்க்குறி திருத்தப்பிழை
இணையும் வெர்னியர் பிரிவு = 8
வெர்னியரில் உள்ள பிரிவுகள் = 10
தொடக்கப்பிழை = — (10-8) = — 2
தொடக்கப்பிழை திருத்தம் = + 2 × 0.01
= + 0 . 02 செ. மீ.

பதிவான அளவு 3 . 54 செ. மீ. உடன் நேர்குறி தொடக்கப்பிழை திருத்தமாதலால் 0. 02 செ. மீ-ஐ 3.54 செ. மீ. உடன் கூட்ட உருளையின் துல்லியமான நீளம்/விட்டம் = 3 . 56 செ. மீ

உருளையின் அளவை (நீளம்/விட்டம்) ஒரு முறை கண்டறிவதால், துல்லியமாக இரா. உருளையின் நீளத்தை அளக்கும் போது, சற்று உருட்டி, பன் முறை நீளத்தை அளக்க வேண்டும். உருளையின் விட்டத்தைக் கண்டறியும்போது, நீளவாட்டில் பல பகுதியிலும் விட்டத்தை அளக்க வேண்டும். மேலும் ஒவ்வொரு பகுதியிலும் உருளையை 90° கோணத்தில் திருப்பி, விட்டத்தை அளக்க வேண்டும்.

கோளத்தின் விட்டத்தை மேற்கூறியவாறு கண்டறியலாம்.

முடிவு

உருளையின் நீளம்
உருளையின் விட்டம்
கோளத்தின் விட்டம்

காட்சிப் பதிவுகள் (Observations)

எண்.	மதிப்பு	அளவு
1	மூலக்கோல் பகுதியின் மதிப்பு	
2	வெர்னியரின் பிரிவுகள்	
3	வெர்னியரின் நீளம்	
4	வெர்னியர் கோல் பகுதியின் மதிப்பு	
5	அதம அளவு (1 மூ.கோ. அ = 1 வெ. கோ. அ.)	மூலக்கோல் அளவு (செ. மீ.)
6	தொடக்கப் பிழைதிருத்தம்.	

குறுக்களவுகள்

மூலக்கோல் அளவு — M
இணையும் வெர்னியர் பிரிவு — V
அதம அளவு — C =
தொடக்கப் பிழைதிருத்தம் =

பொருள்	எண்.	மூ. கோ. அ. (M)	இணையும் வெ. பிரிவு. (V)	பதிவான அளவு (M + VC)	துல்லிய அளவு
	1				
	2				
உருளை	3				
	4				
	5			சராசரி	செ.மீ.
	1				
	2				
கோளம்	3				
	4				
	5			சராசரி	செ.மீ.

2. திருகு அளவி

நோக்கம்

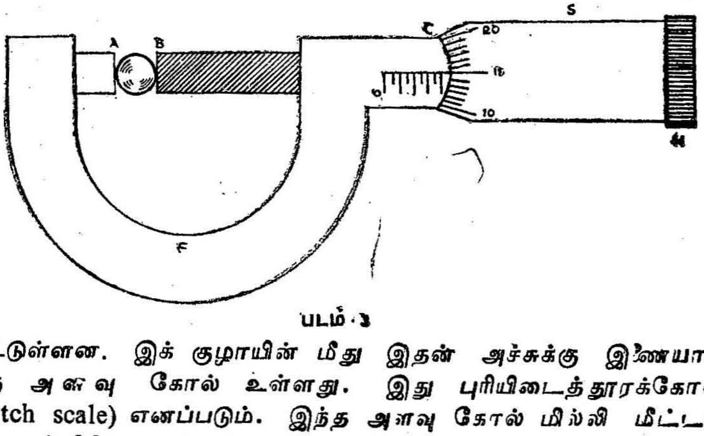
மெல்லிய கண்ணுடித் தகட்டின் தடிப்பினையும், சிறு கோளத்தின் குறுக்கு விட்டத்தினையும், ஒரு மெல்லிய நீள் கம்பியின் குறுக்கு விட்டத்தையும் திருகு அளவினால் (Screw gauge) காணல்.

கருவிகள்

திருகு அளவி, கண்ணுடித் தகடு, ஈயக்குண்டு, மெல்லிய கம்பித் துண்டு முதலியன.

விளக்கம்

திருகு அளவி 'U' வடிவ எஃகுச் சட்டத்தால் ஆனது. இதன் ஒரு முனையில் சமதளமுடைய குமிழ் (Stud) A ஒன்றும் மறுமுனையின் உள்ளீடற்ற குழாயும் (C) (படம்-3) பொருத்தப்



படம் 3

பட்டுள்ளன. இக் குழாயின் மீது இதன் அச்சுக்கு இணையாக ஒரு அளவு கோல் உள்ளது. இது புரியிடைத்தூரக்கோல் (Pitch scale) எனப்படும். இந்த அளவு கோல் மில்லி மீட்டர்களாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

உள்ளீடற்ற குழாய் உட்புறத்தில் மரையோடு கூடிய ஒரு திருகாணி உள்ளது, இதன் ஒரு முனை-B சமதளமுடையது. இதன் மறுமுனையில் சரிந்த விளிம்புடன் கூடிய மற்றுமொரு உள்ளீடற்ற குழாய் பொறுத்தப்பட்டுள்ளது. இக் குழாயின் சரிந்த விளிம்பு 100 சமபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த அளவு கோல், S தலைக்கோல் (Head Scale) எனப்படும். திருகாணியை அதன் தலை H-யைப்பிடித்துத் திருகினால் இதனுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ள தலைக்கோல் புரியிடைத்தூரக் கோலின் மீது நகரும்.

எதிர் எதிராக U வடிவச் சட்டத்தில் உள்ள குமிழும் திருகாணியும் ஒன்றை ஒன்று தொடும்போது தலைக்கோலின் சுழியமும் புரியிடைக் கோலின் சுழியமும் ஒன்றையொன்று தொடும். இப்படித் தொட விட்டால் திருகு அளவியில் தொடக்கப் பிழை (Zero error) இருப்பதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

திருகின் புரியிடைத்தூரம் (Pitch of the screw)

தலைக்கோலை ஒரு சுற்று சுற்றினால் திருகின் முனை எவ்வளவு தூரம் நகருகிறதோ இந்த தூரம் புரியிடைத்தூரம் (Pitch) ஆகும். இது திருகாணியில் அடுத்தடுத்து உள்ள இரண்டு புரி (Thread) களுக்கு இடையில் உள்ள தூரத்திற்கு சமம்.

அதம அளவு

திருகு அளவியைக் கொண்டு அளக்கக் கூடிய மிகச் சிறிய அளவு திருகு அளவியின் அதம அளவாகும். இது புரியிடை தூரத்தைத் தலைக்கோலின் மொத்தப் பகுதிகளால் வகுத்துக் கிடைக்கும் அளவுக்குச் சமம்.

$$\text{அதம அளவு} = \frac{\text{புரியிடைத் தூரம்}}{\text{தலைக்கோலின் மொத்தப் பகுதிகள்.}}$$

செய்முறை

திருகு அளவியை நன்கு ஆய்ந்து புரியிடைத் தூரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். இதற்கு தலைக்கோலின் சுழியம் புரியிடைக் கோலின் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுடன் இணையும்படி அமைக்க வேண்டும். பின்னர் தலைக்கோலை, திருகின்தலை Hஇனை பிடித்து, பத்து முறை திருக வேண்டும். இதனால் தலைக்கோல் புரியிடைக் கோலின் மீது எவ்வளவு நகர்கிறது என்று காணவேண்டும்.

$$\text{திருகின் புரியிடைத்தூரம்} = \frac{\text{தலைக்கோல் நகர்ந்த தூரம்}}{\text{மொத்த சுற்றுக்கள்}}$$

பின்னர் திருகு அளவியின் அதம அளவைக் காணவேண்டும் இதற்காகத் தலைக்கோலில் உள்ள மொத்தப் பகுதிகளை எண்ணி, இந்த எண்ணால் புரியிடைத் தூரத்தை வகுக்க வேண்டும்.

$$\text{அதம அளவு} = \frac{\text{திருகின் புரியிடைத்தூரம்}}{\text{தலைக்கோலில் உள்ள பகுதிகள்.}}$$

பின்பு தொடக்கப்பிழையைக் காணவேண்டும். குமிழும் திருகாணியின் முனையும் ஒன்றொடொன்று சந்திக்கும்போது, தலைக்கோல் சுழியமும் புரியிடைக் கோல் சுழியமும் பொருந்தி காணப்பட்டால், திருகு அளவியில் தொடக்கப்பிழையின்றி, கருவி துல்லியமாக உள்ளது.

இரு சுழியங்களும் சந்திப்பதற்கு முன், குமிழுக்கும் திருகாணிக்கும் இடையே உள்ள வெளி மூடப்பட்டால் அல்லது குமிழும் திருகாணியும் பொருந்தினால், கருவியில் உள்ள பிழை நேர்க்குறி தொடக்கப்பிழை எனப்படும். புரியிடை அளவுகோல் கோட்டுடன் இணையும் தலைக்கோல் அளவீடு x என்றால், தொடக்கப்பிழை $+ x$ பிரிவுகளாகும். நேர்க்குறி தொடக்கப்பிழை எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை திருத்தமாக மாறவே, பதிவு செய்யப்படும் அளவிற்கு ஏற்றப்படும் தொடக்கப்பிழை திருத்தம் — $x \times c$ மி. மீ. என்றாகும். அதாவது c அதம அளவு என்பதால், பொருந்தும் தலைக்கோல் அளவீட்டுடன் அதம அளவை பெருக்குவதனால் பெறும் விடையைப் பதிவு அளவிலிருந்து கழிக்க வேண்டும்

இரு சுழியங்களும் சந்தித்தபின், குமிழுக்கும் திருகாணிக்கும் இடையே உள்ள வெளி மூடப்பட்டால் அல்லது திருகாணியும் குமிழும் பொருந்தினால், கருவியில் உள்ள பிழை எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை. அதாவது இரு சுழியங்களும் இணையும்போது, குமிழுக்கும் திருகாணிக்கும் நடுவே இடைவெளி உள்ளது. புரியிடை அளவுகோல் கோட்டுடன் பொருந்தும் தலைக்கோல் அளவீடு x என்றால், தொடக்கப்பிழை — $(n - x)$ பிரிவுகளாகும். n என்பது தலைக்கோலில் காணப்படும் பிரிவுகளின் எண்ணிக்கையாகும். எதிர்க்குறி தொடக்கப்பிழை, நேர்க்குறி தொடக்கப் பிழை திருத்தமாக மாறவே, பதிவு செய்யப்படும் அளவிற்கு

ஏற்றப்படும் தொடக்கப்பிழை திருத்தம் + $(n-x)c$ மி.மீ என்றாகும். அதாவது $(n-x)c$ மி. மீ-யை பதிவு செய்யப்படும் அளவுடன் கூட்டவேண்டும்.

பின்பு மெல்லிய கண்ணாடித் தகட்டைக் குமிழிக்கும் திருகாணி முனைக்கும் இடையில் அமைத்து, திருகாணித்தலையை மென்மையாகத் திருகி, குமிழும் திருகாணியும் கண்ணாடித் தகட்டைப் பற்றிக் கொள்ள வேண்டும். புரியிடை தூர அளவு கோல் அளவீட்டையும் (P), மேற்படி கோட்டுடன் பொருந்தும் தலைக்கோல் அளவீட்டையும் (H) குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். ஆகவே கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு = புரியிடை தூர அளவு கோல் அளவீடு (P) + தலைக்கோல் அளவீடு (H) × அதம அளவு (C) = P+HC

துல்லியமான தடிப்பு = பதிவு அளவு + தொடக்கப்பிழை திருத்தம்

இங்ஙனம் கண்ணாடியின் துல்லியமான தடிப்பை, அத்தகட்டின் பல இடங்களிலும் காணலாம்.

மெல்லிய கம்பியின் குறுக்களவை காணும்போது கம்பியின் பல பகுதிகளில், திருகு அளவியின் மூலம் குறுக்களவை அளந்து மேலும் ஒவ்வொரு பகுதியிலும், கம்பியை ஓர் கோணத்தில் திருப்பி மறுபடியும் கம்பியின் குறுக்களவை கண்டறிய வேண்டும்.

முடிவு

கண்ணாடி தகட்டின் தடிப்பு	=	மி.மீ.
கம்பியின் குறுக்களவு	=	மி.மீ.
கோளத்தின் விட்டம்	=	மி.மீ.

கணக்கீடு

புரியிடை தூரக்கோலில் ஒரு பகுதியின் மதிப்பு = மி.மீ.

தலைக்கோல் 10 முறை திருகப்பட்டால் அது புரியிடை கோல்மேல் நகரும் தூரம் } = மி.மீ.

எனவே புரியிடை தூரம் = $\frac{\text{தலைக்கோல் நகர்ந்த தூரம்}}{10}$ மி.மீ.

தலைக்கோலில் உள்ள மொத்தப்பகுதிகள் =

எனவே அதம அளவு = $\frac{\text{புரியிடைத் தூரம்}}{\text{தலைக்கோலின் உள்ள பகுதிகள்.}}$ மி.மீ.

தொடக்கப் பிழை = (த. கோ. அ. × அதம அளவு) = மி.மீ.

பதிவு செய்யப்பட்ட அளவு = பு. கோ. அ. + (த.கோ. அ.) × (அ.அ.)

திருத்தப்பட்ட அளவு = பதிவு அளவு + தொடக்கப்பிழை

அட்டவணை

தொடக்கப்பிழை திருத்தம் = மி. மீ.

அதம அளவு (c) =

பொருள்	எண்	புரியிடைத் தூரக்கோல் அளவு (பு. கோ அ.) (P. மீ. மீ.)	தலைக்கோல் அளவு (த. கோ. அ) H	பதிவு செய்யப் பட்ட அளவு = [P+HC] மி. மீ.	திருத்தப்பட்ட அளவு (மி. மீ.)
கண்ணாடித் தகடு	1				
	2				
	3				
	4				
				சராசரி =	
ஈயக் குண்டு	1				
	2				
	3				
	4				
				சராசரி =	
கம்பித் துண்டு	1				
	2				
	3				
	4				
				சராசரி =	

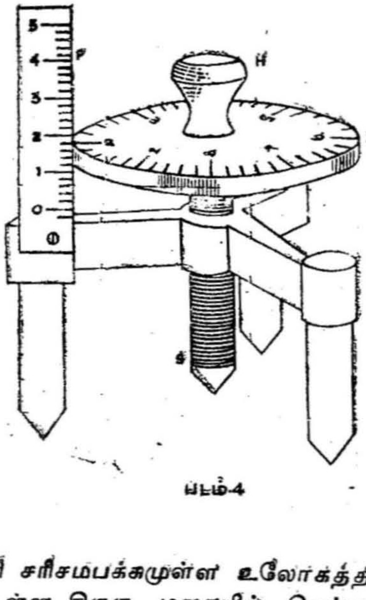
(3) கோளமானி

நோக்கம்

மெல்லிய கண்ணுடித் தகட்டின் தடிப்பையும் வளைந்த பரப்புடைய பொருள்களின் வளைவு ஆரங்களையும் காணல்.

கருவிகள்

கோளமானி (Spherometer), கண்ணுடித்தகடு, வளைந்த பரப்புடைய பொருள் முதலியன.



படம்-4

விளக்கம்

கோளமானி சரிசமபக்கமுள்ள உலோகத்தாலான முக்கவையின் நடுவில் உள்ள திருகு மரையில் செங்குத்தாக இயங்கும் திருகு S-ஐக் கொண்டது. (படம்-4). கவையின் மூன்று கால்

களும் ஒரு சமபக்க முக்கோணத்தின் மூலேகளில் பொருந்தக் கூடியவை. திருகின் கூர்முனே இம்மூன்று கால்களின் கூர்முனே களிலிருந்து சமதூரத்தில் உள்ளது. திருகின் மேல் முனேயில் வட்டத்தட்டு-D பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதன் விளிம்பு பெரும் பாலும் 100 சமபகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கும். இது தலேக் கோல் (Head Scale) எனப்படும். மற்ருெரு கோல்-P செங்குத் தாகவும், தலேக்கோலின் விளிம்பிற்கு அண்மையிலும், கவையின் ஒரு காலின் மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இக்கோல் புரியிடைத் தூரக்கோல் (Pitch Scale) எனப்படும்.

செய்முறை

கோளமானியினே நன்கு ஆராய்ந்து புரியிடைத் தூரத்தைக் (Pitch) காணவேண்டும். இதற்காகத் திருகினே ஒரு குறிப்பிட்ட (*n*) சுற்றுக்கள் திருக வேண்டும், இதனுல் தலேக்கோலின் விளிம்பு எவ்வளவு தூரம் (*x*) புரியிடைத்தூரக் கோலில் நகரு கின்றது என்பதைக் காணவேண்டும்.

$$\text{எனவே, திருகின் புரியிடைத்தூரம்} = \frac{\text{புரியிடைத்தூரக்கோலில் நகர்ந்த தூரம் (x)}}{\text{சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை (n)}}$$

பின்னர் கோளமானியின் அதம அளவைக் (Least count) காண வேண்டும். இதற்காகத் தலேக்கோல் எத்தனேப் பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று காண வேண்டும்.

$$\text{அதம அளவு} = \frac{\text{புரியிடைத்தூரம்}}{\text{தலேக்கோலில் உள்ள பகுதிகள்}} = \text{மி. மீ.}$$

பின்னர் கோளமானியை ஒரு சமதளக் கண்ணுடித் தகட்டின் மீது வைக்கவேண்டும். திருகாணியின் கூர்முனே கண்ணுடித் தகட்டை சற்றே தொடும்படி திருகினைத் திருக வேண்டும். இதனே சரிபார்க்க கண்ணுடித் தகட்டின் பரப்புக்கு இணேயாக வைத்துக் கொண்டு திருகின் கூர்முனேயும் கண்ணுடித் தகட்டில் தெரியும் கூர்முனேயின் படிவமும் ஒன்றையொன்று சற்றே தொட்டுக் கொண்டிருக்கின்றதா என்று பார்க்க வேண்டும். திருகு சற்றுக் கூடுதலாக திருகப்பட்டிருப்பின் கோளமானியைச் சற்றே அசைக்கும் போது, கோளமானி திருகின் அச்சையே அச்சாகக் கொண்டு சுழலும். இதற்கு 'சுழல்ஆய்வு' (Rotation test) என்று பெயர்.

திருகின் கூர்முனையும், கண்ணாடித் தகட்டில் தெரியும் அதன் படிவமும் சற்றே தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் பொழுது, புரியிடைத் தூரக் கோலில் அளவினையும், புரியிடைக்கோலின் விளிம்பில் பொருந்தும் தலைக்கோல் பகுதியின் அளவினையும் காணவேண்டும். புரியிடைத்தூரக் கோல் அளவினைக் காண, கோலின் கீழிருந்து முழுப்பகுதிகளை எண்ண வேண்டும். அதாவது புரியிடை அளவு கோலின் கீழ் பிரிவை, சுழியாகக் கருத வேண்டும். இப்போது துவக்க அளவு (Initial or zero reading)

= புரியிடைத்தூரக்கோல் அளவு + (தலைக்கோல் அளவு × அதமஅளவு)

= P + (M × C) = மி.மீ.

1. கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு

திருகினைச் சற்று மேல் நோக்கித் திருக வேண்டும். ஆய்விற்குரிய மெல்லிய கண்ணாடித் தகட்டைத் திருகினுக்குக் கீழ் இருக்கும் படி வைக்க வேண்டும். கோளமானியின் கால்கள் மூன்றும் சமதளக் கண்ணாடியின் மீது இருக்குமாறும் செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது திருகினை கீழ் நோக்கித் திருகி, கூர்முனை மெல்லிய கண்ணாடித் தகட்டில் மேற்பரப்பை சற்றே தொடுமாறு வைத்து புரியிடைத் தூரக் கோல் அளவினையும் (பு. கோ. அ.) தலைக்கோல் அளவினையும் (த. கோ. அ.) கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

திருகின் கூர்முனை கண்ணாடித் தகட்டின் வெவ்வேறு இடங்களில் தொடும்படி அமைத்து ஆய்வினை மீண்டும் மீண்டும் செய்து அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தி, சராசரி இறுதி அளவினைக் கணக்கிட வேண்டும்.

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு = இறுதி அளவு — துவக்க அளவு.

காட்சிப் பதிவு

புரியிடைத்தூரக் கோலில் ஒரு பகுதியின் மதிப்பு = மி.மீ.
தலைக்கோல் சுற்றப்பட்ட மொத்த சுற்றுகள் =
தலைக்கோல் புரியிடைக் கோலில் நகர்ந்த தூரம் = மி.மீ.

$$\text{திருகின் புரியிடைத்தூரம்} = \frac{\text{தலைக்கோல் நகர்ந்த தூரம்}}{\text{தலைக்கோல் சுற்றிய சுற்றுகள்}} = \text{மி.மீ.}$$

தலைக்கோலில் உள்ள மொத்தப் பகுதிகள் =

$$\text{திருகின் அதம அளவு} = \frac{\text{புரியிடைத்தூரம்}}{\text{தலைக்கோலில் உள்ள மொத்தப் பகுதிகள்}}$$

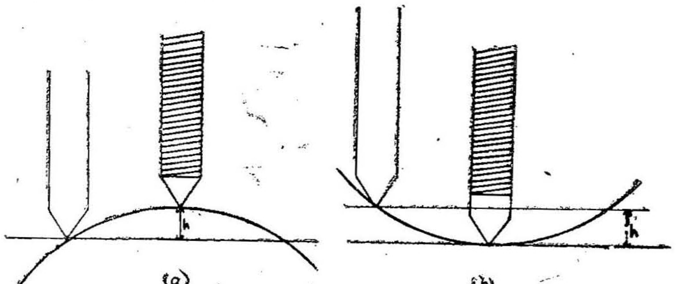
அதம அளவு (C) = மி.மீ.

திருகின் கூர் முனையின் நிலை	எண்	புரியிடைக் கோல் அளவு மி. மீ. (P)	இணையும் தலைக்கோல் அளவு (H)	உண்மையான அளவு (மி. மீ.) [P + HC]	சராசரி மி. மீ
சமதளம்	1				X =
	2				
	3				
கண்ணாடித் தகடு	1				Y.
	2				
	3				

கண்ணாடித் தகட்டின் சராசரி மதிப்பு = Y—X மி.மீ.

2. வளைந்த பரப்புடைய பொருளின் வளைவு ஆரம்

கோளமானியின் மூன்று கால்களும், திருகின் கூர்முனையும் சமதளப் பரப்பைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி வைத்து சுழிய அளவை (Zero reading) எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும். பின்னர் கோளமானியின் மூன்று கால்களும் ஒரு வளைபரப்பின் மீது இருக்கும்படி அமைத்தால், கால்களின் சமமட்டத்தை விட 'h'



படம் - 5

உயரத்திற்கு உயர்ந்தோ [படம்-5(a)] அல்லது தாழ்ந்தோ [படம் 5(b)] உள்ளது. கோளமானியின் ஒவ்வொரு காலும் திருகின்

கூர் முனையிலிருந்து 'a' என்ற தூரத்தில் உள்ளன. எனவே வளைப்பரப்பின் வளைவு ஆரம் (Radius of curvature) கீழ்க் கண்ட சமன் பாட்டால் பெறப்படும்.

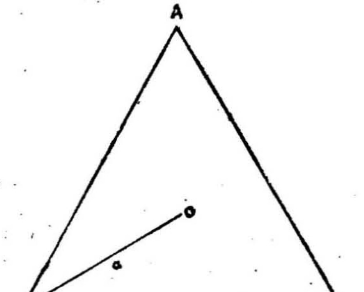
$$\text{வளைவு ஆரம் } (R) = \frac{a^2}{2h} + \frac{h}{2}$$

கோளமானியின் மூன்று கால்களின் முனைகளும் சரி சமபக்க முள்ள முக்கோணத்தின் மூலைகளில் அமைந்துள்ளன. எனவே ஒரு காலுக்கும் மற்றொரு காலுக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் சமபக்க முக்கோணத்தின் ஒரு பக்கத்தின் நீளமாகும். இதனை l எனக் கொண்டால்,

$$a = \frac{l}{\sqrt{3}}$$

$$\therefore R = \frac{l^2}{6h} + \frac{h}{2}$$

கோளமானியை ஆய்விற்கான குழி அல்லது குவி பரப்பின் மீதுவைக்க வேண்டும். நடுவில் உள்ள திருகினை உயர்த்தியோ அல்லது தாழ்த்தியோ. மூன்று கால்களும், நடுத்திருகும் வளை பரப்பின் மீது அமையும்படி செய்ய வேண்டும். சரியாக அமைந்துள்ளதா என்பதைச் 'சுழல் ஆய்வு' முறைப்படி காண வேண்டும்.



படம் - 6

இப்பொழுது புரியிடை தூரக் கோல் அளவினையும் (பு. கோ.அ.) தலைக்கோல் அளவினையும் (த. கோ. அ) காணவேண்டும். இதிலிருந்து இறுதி அளவினைக் கணக்கிடவேண்டும்.

இறுதி அளவு = பு. கோ. அ + (த கோ. அ. × அ. அ.) கோளமானியை வளைபரப்பின் மீது வெவ்வேறு இடங்களில் வைத்து ஆய்வினை மீண்டும் மீண்டும் செய்து அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும். ஒவ்வொரு நிலையிலும் இறுதி அளவினை கணக்கிட்டு பின்னர் சராசரி அளவைக் கணக்கிட வேண்டும். நடுத்திருகு உயர்ந்த அல்லது தாழ்ந்த உயரம் $= h =$ இறுதிஅளவு — துவக்க அளவு.

பின்னர் கோளமானியை ஒரு வெள்ளைக் காகிதத்தின் மீது வைத்து மெல்ல அழுத்த வேண்டும். மூன்று கால்களும் தொடர்பான மூன்று அழுத்துப்புள்ளிகள் கிடைக்கும். இவைகளை இணைத்தால் ஒரு சரிசமபக்கமுள்ள முக்கோணம் கிடைக்கும். இதன் ஒரு பக்கத்தை அளந்து (l) காணவேண்டும்.

பின்னர் அளவுகளை $R = \frac{l^2}{6h} + \frac{h}{2}$ என்ற

சமன்பாட்டில் நிரப்பி, வளைவு ஆரத்தினைக் கணக்கிட வேண்டும். குழி, குவி இரண்டு பரப்புகளுக்கும் இச் சமன்பாட்டையே உபயோகிக்கலாம்.

முடிவு

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு = மி.மீ.
குழிவளை பரப்பின் வளைவு ஆரம் (R.) = செ.மீ.
குவிவளைப்பரப்பின் வளைவு (R_2) = செ.மீ.
கோளமானியின் அதம அளவு = மி.மீ.

திருகின் கூர் முனை நிலை	எண்	புரியிடைத் தூரக்கோல் அளவு (மி. மீ.) (P)	இணையும் தலைக்கோல் பிரிவு (H)	பதிவு அளவு (மி. மீ.) [P + HC]	சராசரி மி. மீ.
	1				
சமதளத்தில்	2				X
	3				
	1				
குழிவளை பரப்பில்	2				Y
	3				
	1				
குவிவளை பரப்பில்	2				Z
	3				

கணக்கீடு

குழிவளைபரப்பில் சமதளத்திலிருந்து திருகுமுனை தாழ்ந்துள்ள உயரம் $(h_1) = x-y$ மி.மீ.

= செ.மீ.

குவிவளை பரப்பில் சமதளத்திலிருந்து திருகு முனை உயர்ந்துள்ள உயரம் $(h_2) = z-x$ மி.மீ.

= செ.மீ.

இரண்டு கால்களுக்கு இடையில் உள்ள தூரம் l = செ.மீ.

குழிவளைபரப்பின் வளைவு ஆரம் $(R_1) = \frac{l^2}{6h_1} + \frac{h_1}{2}$.

= செ. மீ.

குவிவளைபரப்பின் வளைவு ஆரம் $(R_2) = \frac{l^2}{6h_2} + \frac{h_2}{2}$

= செ.மீ

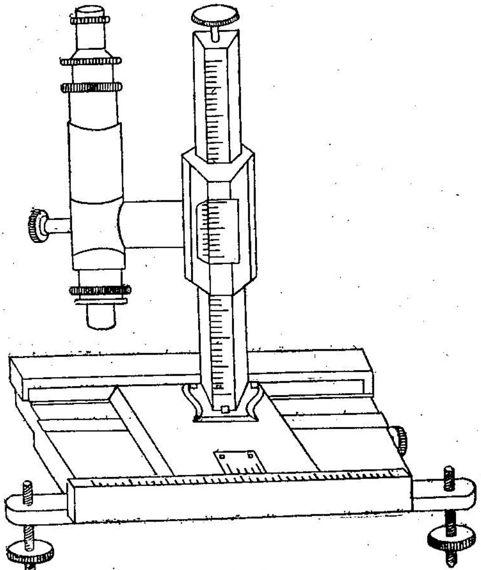
4. நகரும் அல்லது வெர்னியர் நுண்ணோக்கி

நோக்கம்

ஒரு நுண் குழாயின் துளையின் சராசரிஆரத்தை(Radius)நகரும் நுண்ணோக்கியை (Travelling microscope) பயன்படுத்திக்காணல்.

கருவிகள்

வெர்னியர் நுண்ணோக்கி, நுண்குழாய், குவளையில் சிறிதளவு பாதரசம் (mercury), சிறிய கண்ணாடித் தட்டு முதலியன.



படம்-7

விளக்கம்

வெர்னியர் நுண்ணோக்கி (படம். 7)ஒரு குறைந்த தூர நோக்குத் திறனுடைய (low power) நுண்ணோக்கியை உடையது. இந்த நுண்ணோக்கி, மட்டத் திருகுகளுடன் (levelling screws) கூடிய ஒரு கிடைப்பலகையின் மீது பொருத்தப்பட்டுள்ள செங்குத்துத் தூணின் மேல் கீழ் மேலாக நகரும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இத்துடன் ஒருவெர்னியர் அளவுகோல் தூணின்மேல் முன் பக்கம் உள்ள ஒரு மூலக்கோலின் மேல் நகரும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த இரு அளவுகோல்களினுலும் நுண்ணோக்கிமேல் கீழாக நகரும்பொழுது, நகர்ந்த தூரங்களைத் துல்லியமாக கணக்கிடலாம். இந்த வெர்னியர் அளவுகோலுடன் நகரும் நுண்ணோக்கியை வேண்டிய நிலையில் பொருத்த ஒரு திருகு அமைப்பு உள்ளது. இதுவன்றி நுண்ணோக்கியைப் பொருத்தியப் பின்னர் சிறிதளவு உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ ஒரு நுண்ணிய திருகு தூணின் உச்சியில் உள்ளது.

மேலும் நுண்ணோக்கியுடன் தூண் கிடைப்பலகையின் மீது உள்ள அமைப்பினுல் பக்கவாட்டிலும் நகர்த்த இயலும். தூணின் அடிப்பாகத்தில் ஒரு வெர்னியர் கோல் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இது கிடைப்பலகையின் மீது இணைக்கப்பட்டுள்ள கிடைநிலை மூலக் கோலின் மேல், நுண்ணோக்கி பக்கவாட்டில் நகரும்பொழுது அதனுடனே நகரும். இவ்விரு கோல்களின் உதவியால் பக்கவாட்டில் நகர்ந்த தூரத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிடலாம். பக்கவாட்டில் நுண்ணோக்கி நகரும்பொழுது வேண்டிய இடத்தில் நிலையாகப் பொருத்தவும். அவ்வாறு பொருத்தியப் பின் சிறிதளவு நகர்த்தவோ திருகு அமைப்புகள் உள்ளன.

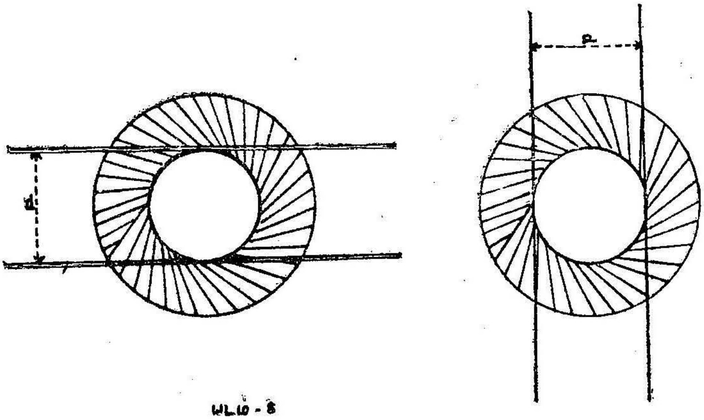
மேற்கண்ட அமைப்புகளைக்கொண்ட நகரும் நுண்ணோக்கி படம் 7 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது.

செய்முறை

(1) நேர்முறை : (Direct method) வெர்னியர் நுண்ணோக்கியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள வெர்னியர் அளவுகோல்களின் அதம அளவை (least count) முதலில் கண்டு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். நுண்ணோக்கியை அதன் அச்சுக்கிடைநிலையில் இருக்கும்படி பொருத்த வேண்டும். கிடைநிலையில் இருக்கின்றதா என்பதை நுண்ணோக்கியின் மீதுள்ள ஒரு பார்வைக்கோடு, நுண்ணோக்கிப் பொருத்தப்பட்டுள்ள சட்டத்தின் மீதுள்ள ஒரு குறியுடன் பொருந்தும்படி சரி செய்யவேண்டும்.

பின்னர் நுண்ணோக்கியின் முன்னால் ஒரு வெள்ளைத் தாளை வைத்து, நுண்ணோக்கியின் கண்ணருகியை (eye-piece), குறுக்குக் கம்பிகள் (Cross-wires) தெளிவாகத் தெரியும்படி சரி செய்ய வேண்டும். குறுக்குக் கம்பிகளில் ஒன்று கிடைநிலையிலும், மற்றொன்று அதற்குச் சரியாகச் செங்குத்தாகவும் இருக்கவேண்டும். ஆய்விற்குரிய நுண் குழாயை ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி, அதன் அச்சும் நுண்ணோக்கியின் அச்சும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்படி நுண்ணோக்கியின் பொருளருகிக்கு (objective) முன்னால் வைக்கவேண்டும். நுண்ணோக்கியினை நுண் குழாயின் குறுக்கு வெட்டு முகப்பில் குவித்து (Focussing), துளையின் தெளிவான பிம்பம், தெரியும்படி செய்யவேண்டும்.

நுண்ணோக்கியின் குத்து குறுக்குக் கம்பி (vertical cross-wire) நுண்குழாய் துளையின் பிம்பத்தின் ஒருபக்கத்தில் தொடுகோடாக அமையுமாறு நுண்ணோக்கியினைப் பக்கவாட்டில் நகர்த்தி சரி செய்ய வேண்டும். (படம். 8) இப்பொழுது கிடக்கைநிலை மூல அளவு கோலில் அளவினைக் (R_1) கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். [முதலில் மூலக்கோல் அளவினையும், பின்னர் வெர்னியர் இணையும்



படம் - 8

பிரிவினையும் கண்டு, இணையும் பிரிவின் பகுதிகளை அதம அளவால் பெருக்கி, மூலக்கோல் அளவுடன் கூட்டி மொத்த அளவினைக் (r_2)

காணவேண்டும்.] பின்னர் நுண்ணோக்கியினை பக்கவாட்டில் அதற்கான நுண்ணிய திருகு அமைப்பினை (Fine screw arrangement) பயன்படுத்தி நகர்த்தி, நுண்குழாய் துளையின் மறுபக்கத்தில் குத்து குறுக்குக் கம்பி தொடுகோடாக இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். இந்நிலையில் மீண்டும் கிடைநிலை அளவுகோலில் உள்ள அளவினைக் R_2 காணவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு ($R_1 \sim R_2$) துளையின் விட்டம் ஆகும். இதில் பாதியளவு துளையின் ஆரம் (r) ஆகும்.

பின்னர் நுண்ணோக்கியினை செங்குத்துக்கோலின் மீது நகர்த்தி கிடைக்குறுக்குக் கம்பி துளைக்கு, கீழ்பக்கத்தில் தொடுகோடாக இருக்கும்படி சரி செய்யவேண்டும். இந்நிலைக்குத் தொடர்பான குத்துக் கோலின் (vertical scale) அளவினைக் (R_3) கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். செங்குத்து தூணின் உச்சியில் உள்ள நுண்ணிய திருகு அமைப்பினைப் பயன்படுத்தி நுண்ணோக்கியை மேல் நோக்கி குத்துக்கோலின்மேல் நகர்த்தி, துளையின் மேல் பக்கத்தில் கிடைக்குறுக்குக்கம்பி தொடுகோடாக இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். இந்நிலைக்குத் தொடர்பான குத்துக்கோலின் அளவினைக் (R_4) காணவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு ($R_3 \sim R_4$) துளையின் விட்டமாகும். இதில் பாதி துளையின் ஆரம் ஆகும்.

நுண்குழாயினைத் திருப்பி மறு முனையை நோக்கி நுண்ணோக்கியை வைத்து மேலே விவரித்துள்ளபடி அளவுகளை எடுக்க வேண்டும். எடுத்த அளவுகளைப் பதிவீடு செய்து, குழாயின் சராசரி ஆரத்தினை (r) கணக்கிடவேண்டும்.

2. பாதரச இழை முறை

தூய பாதரசத்தை நுண் குழாயினுள் உறிஞ்சி எடுக்க வேண்டும். நுண்குழாயில் சுமார் 3 அல்லது 4 செ.மீ. நீளத்திற்கு பாதரச இழை இருக்குமாறு எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். இந்தக் குழாயை நுண்ணோக்கியின் அடிதளத்தின் மீது கிடக்கை நிலை அளவுகோலுக்கு இணையாக வைக்கவேண்டும்.

பின்னர் நுண்ணோக்கியை அதன் அச்சு செங்குத்தாக இருக்கும்படி பொருத்த வேண்டும். பின்னர் குறுக்குக் கம்பிகள் தெளிவாகத் தெரியும்படி கண்ணருகியை (eye-piece) சரி செய்யவேண்டும். நுண்ணோக்கியை பக்கவாட்டில் நகர்த்தி பொருளருகியை பாதரச இழைக்கு நேராக மேல் இருக்குமாறு வைத்து, கண்ணருகியில் அதன் பிம்பம் தெரியுமாறு சரி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது குத்து குறுக்குக்கோடு (vertical cross-wire) இழையின் ஒரு முனையில் தொடுகோடாக இருக்குமாறு வைத்து தொடர்பான அளவினை கிடை அளவுகோலில் எடுக்கவேண்டும். நுண்ணோக்கியை இழையின் மறுமுனை நோக்கி நகர்த்தி, குத்துக் குறுக்குக்கோடு முன்புபோல் தொடுகோடாக அமையும்படி செய்யவேண்டும். இந்நிலையில் அளவினை கிடை அளவுக்கோலில் எடுக்கவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு பாதரச இழையின் நீளமாகும். (l).

இழையைக் குழாயின் வேறுபகுதிக்கு தள்ளி வைத்து இரண்டு அல்லது மூன்று முறை அதன் நீளத்தைக் கண்டு, சராசரி நீளத்தைக் (l) கணக்கிட வேண்டும்.

ஒரு சிறிய கண்ணாடித் தட்டினை (watch glass) மில்லி கிராமுக்கு திருத்தமாக எடை காண வேண்டும் (W_1). இந்தத் தட்டில் நுண் குழாயில் உள்ள பாதரசம் முழுவதையும் சிதறாமல் ஊற்றவேண்டும். இப்பொழுது பாதரசத்துடன் உள்ள தட்டின் எடையைக் காணவேண்டும் (W_2). இரண்டு எடைக்கும் உள்ள வேறுபாடு பாதரசத்தின் எடை (w) ஆகும்.

பாதரசத்தின் அடர்த்தியை d-எனக் கொண்டு, கணக்கிடப்பட்ட சராசரி நீளம் l, எடை-w இவைகளை $r = \sqrt{\frac{w}{\pi l d}}$. என்ற சமன்பாட்டில் இட்டு, நுண்குழாயின் ஆரத்தினைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

நேரடியான முறையில் நுண் குழாயின் ஆரம் = செ.மீ,
பாதரச இழை முறையில் நுண் குழாயின் ஆரம் = செ.மீ.

I நேரிடை முறை

நுண்ணோக்கி வெர்னியரின் அதம அளவு (c) =

குறுக்கு கம்பி	குழாயின் முனை	கிடை அளவு கோலில் அளவு						வேறுபாடு	ஆரம்
		இடது பக்கம்			வலது பக்கம்				
		மு. கோ. அ. M.	இணையும் வெ. பிரிவு V	மொத்தம் $R_1 = (M+VC)$	மு. கோ. அ M	இ. வெ. பிரிவு V	மொத்தம் $R_2 = (M+VC)$	$(R_1 \backsim R_2)$	$r = \frac{R_1 \backsim R_2}{2}$
குத்துக் கம்பி	ஒரு முனை								
	மறு முனை								
		குத்து அளவுகோலில் அளவு							
		கீழ்பக்கம்			மேல்பக்கம்				
		மு. கோ. அ. M.	வெ. இ. பி. V.	மொத்தம் $R_3 = (M+VC)$	மு. கோ. அ. M.	வெ. இ. பி. V.	மொத்தம் $R_4 = (M+CV)$	$R_3 \backsim R_4$	$r = \frac{R_3 \backsim R}{2}$
கிடை நிலைக் கம்பி	ஒரு முனை								
	மறு முனை								

சராசரி = r = செ. மீ.

2 பாதரச இழை முறை

எண்.	இழையின் ஒரு முனை அளவு			இழையின் மறுமுனை அளவு			அளவுகளின் வேறுபாடு
	மு.கோ.அ. M.	வெ. இ. பி. V.	மொத்தம் = (M + VC)	மு. கோ. அ. M.	வெ. இ. பி. V.	மொத்தம் (M + VC)	1செ. மீ.
1							
2							
3							
4							

சராசரி நீளம் = l = செ.மீ.

கணக்கீடு

பாதரச இழையின் சராசரி நீளம் = l = செ.மீ. நுண்குழாயின் ஆரத்தினை r எனக் கொண்டால்,

குழாயிலுள்ள பாதரசத்தின் அளவு = $\pi r^2 l$.
பாதரசத்தின் எடை (w) = கிராம்.
பாதரசத்தின் அடர்த்தி d-எனில்
பாதரசத்தின் எடை = w = $\pi r^2 l d$.

$$\therefore\ r = \sqrt{\frac{w}{\pi l d}}$$

$\therefore$ நுண்குழாயின் ஆரம் $r = \sqrt{\dfrac{w}{\pi l d}}$

= செ.மீ.

5. தனித்த ஒளியியல் நெம்புகோல்

நோக்கம்

தனித்த ஒளியியல் நெம்புகோல் ஒன்றைப் பயன்படுத்தி மெல்லிய கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பினைக் காணல்.

கருவிகள்

தனி ஒளியியல் நெம்புகோல் (Single optic lever), தொலை நோக்கி அளவுகோல் அமைப்பு, கண்ணாடித் தகடு முதலியன.

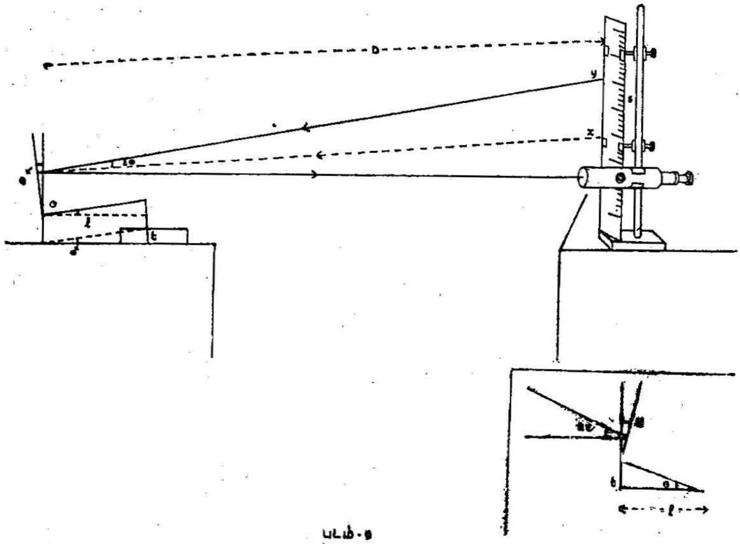
விளக்கம்

தனி ஒளியியல் நெம்புகோல் ஒரு செவ்வக உலோகத் தகட்டால் ஆனதளத்தில், செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள சிறிய சமதள ஆடியைக் கொண்டது. உலோகத்தகட்டின் கீழ் மூன்று கூர் முனை கால்கள் உள்ளன. இவைகளில் இரண்டு சமதள ஆடி பொருத்தப்பட்டுள்ள தகட்டின் முனைக்கு கீழ்பாகத்திலும், ஒன்று மறுமுனையிலும் உள்ளன. இந்த மூன்று கால்களும் ஒரு இரு சமபக்க முக்கோணத்தின் (isosceles triangle) மூன்று முனைகளில் அமைகின்றன. இந்த தனியியல் நெம்பு கோலுக்கு முன்னால் ஒரு தொலை நோக்கி அளவுகோல் அமைப்பு உள்ளது.

செய்முறை

ஒளியியல் நெம்புகோலை ஒரு சமதள கண்ணாடித் தகட்டின் மீது வைக்கவேண்டும். நெம்புகோல் சமதள ஆடிக்கு முன்னால் சுமார் ஒரு மீட்டர் தொலைவில், தொலை நோக்கியுடன் கூடிய ஒரு செங்குத்து அளவு கோலை அமைக்க வேண்டும். தொலைநோக்கி

கிடக்கை நிலையில் ஒளியியல் நெம்புகோல் உள்ள மட்டத்திலேயே இருக்க வேண்டும். (படம் 9)



படம்-9

ஒரு வெள்ளை சுவரை நோக்கி தொலை நோக்கியை திருப்பி, அதன் கண்ணருகியை (eye-piece) முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி குறுக்குக் கம்பிகள் (cross-wires) தெளிவாகத் தெரியும்படி செய்ய வேண்டும். ஒளியியல் நெம்பு கோலின் அச்சும் தொலை நோக்கியின் அச்சும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். கண்ணை தொலை நோக்கியின் கண்ணருகிக்குச் சற்று மேலே வைத்துக் கொண்டு நெம்புகோலின் ஆடியில் பட்டு எதிரொளிக்கும் அளவு கோலின் படிவத்தைக் காணவேண்டும். பின்னர் படிவத்தை தொலை நோக்கியின் வழியாகப் பார்க்கவேண்டும். இதற்கு அளவு கோலின் படிவம் இடமாறு தோற்றப் பிழையின்றி குறுக்குக் கம்பிகளின் மீது தோன்றும்படி தொலை நோக்கியை சரி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது தொலை நோக்கியில் தெரியும் அளவு கோலின் ஏதாவது ஒரு அளவீடு, தொலைநோக்கியின் கிடை குறுக்குக் கம்பியுடன் இணையுமாறு செய்து, அந்த அளவினை (x) குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர் ஒளியியல் நெம்புகோலின் ஒற்றைக்காலை சற்று உயர்த்தி, அதன் கீழே ஆய்விற்குரிய கண்ணாடித் தகட்டை வைக்க வேண்டும். இதனால் ஒளியியல் நெம்புகோலின் சமதள ஆடி சிறிது

சுழற்சியடையும். இதனால் தொலை நோக்கியில் தோன்றிய அளவு மாறும். இப்பொழுது கிடைக்குறுக்குக் கம்பியுடன் இணையும் அளவினை (y) குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். நெம்புகோல் ஆடிக்கும் அளவு கோலுக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் D. யை அளக்க வேண்டும்.

பின்னர் ஒளியியல் நெம்புகோலினை ஒரு வெள்ளைத் தாள் மீது வைத்து மென்மையாக அழுத்தி ஏற்படும் மூன்று குத்துப் புள்ளிகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இரட்டைப்புள்ளிகளை ஒரு கோட்டினால் இணைத்து அக்கோட்டிற்கு ஒற்றைப் புள்ளியிலிருந்து ஒரு செங்குத்துக் கோடு வரையவேண்டும். இக்கோட்டின் நீளம் l யை அளிக்கவேண்டும்.

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு t எனக் கொண்டால், $t = \frac{(x \backsim y) \cdot l}{2\,D}$ ஆகும். எனவே ஆய்வினை, கண்ணாடித் தகட்டின் பல இடங்களின் மேல் நெம்புகோலின் ஒற்றைக் கால் இருக்குமாறு வைத்து, மீண்டும் மீண்டும் செய்யவேண்டும். D-யின் மதிப்பையும் மாற்றி ஆய்வினைச் செய்யலாம். ஒவ்வொரு முறையும் எடுக்கும் அளவுகளை அட்டவணையில் பதிவு செய்து சராசரி தடிப்பைக் காணவேண்டும்.

கணக்கீடு

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பை 't' எனக்கொள்வோம். கண்ணாடித்தகட்டை நெம்புகோலின் ஒற்றைக்காலின் கீழ் வைப்பதனால் ஒளியியல் நெம்புகோலின் சமதள ஆடி சுழலும் கோணத்தை எனக்கொள்வோம். இப்பொழுது ஒற்றைக்காலின் முனைப்புள்ளியிலிருந்து, மற்ற இரண்டு கால்களின் கூர்முனைகளைச் சேர்க்கும் கோட்டிற்கு வரையப்படும் செங்குத்துக் கோட்டின் நீளம் 'l' எனில்,

$$\theta = \frac{t}{l} \quad \text{— (1)}$$

ஆடி சுழலும் கோண அளவு θ—எனில் நிலையான ஒரு எதிரொளிப்புக் கதிருக்குத் (reflected ray) தொடர்பான படுகதிர்களுக்கிடையான கோணம் 2θ—ஆகும். இப்பொழுது நெம்புகோல் ஆடிக்கும் அளவுகோலுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் D ஆகவும், தொலைநோக்கி அளவீடுகளில் ஏற்பட்ட மாற்றம் $(x \backsim y)$ s ஆகவும் இருந்தால்.

$$2\theta = \frac{s}{d} \quad (2).$$

எனவே சமன் பாடுகள் (1), (2) இவைகளிலிருந்து

$$\frac{t}{l} = \frac{s}{2D}$$ என்று பெறலாம்.

அல்லது $t = \frac{s \cdot l}{2D}$

எனவே t-யைக் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு =

எண்	ஆடிக்கும் அளவு கோலுக்கும் இடையே யுள்ள தூரம் D.செ. மீ.	தொலை நோக்கி அளவுகள்		மாற்றம் (X-Y) = S செ. மீ.	$t = \frac{l \cdot s}{2D}$ செ.மீ
		துவக்க அளவு (X)	இறுதி அளவு (Y)		
1					
2					
3					
4					

சராசரி தடிப்பு=செ. மீ.

6. பௌதிகத் தராசு

நோக்கம்

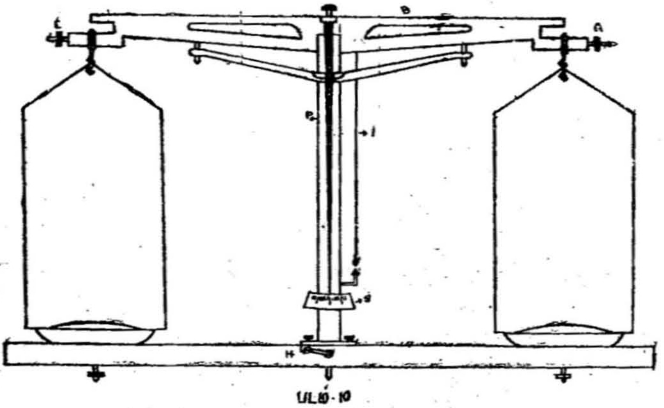
பௌதிகத் தராசின் பதிவீட்டு நுட்பத்தை (sensibility) யும், ஒரு பொருளின் எடையையும் மில்லி கிராமுக்குத் திருத்தமாகக் காணலும் ஆகும்.

கருவிகள்

பௌதிகத் தராசு, எடைப் பெட்டி, எடை காணவேண்டிய பொருள் முதலியன.

விளக்கம்

பௌதிகத் தராசின் அடிப்பாகம் சரிமட்டத் திருகாணிகள் மீது அமைந்த ஒரு மரப் பலகையாகும். இப்பலகையின் நடுவில் உள்ளீ



படம்-10

டற்ற ஒரு தூண் - P நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இத்தூணின் உட்பாகத்தில் ஒரு உலோகத் தண்டு நிறுத்தப்பட்டுள்ளது. இத்

தண்டினை மரப்பலகையில் உள்ள கைப்பிடி H - யை திருப்புவதன் மூலம் மேலும் கீழும் அசைக்கலாம். இத்தண்டின் உச்சியில் அகேட்டு (Agate) தளம் உள்ளது. இத்தளத்தில் அமைந்துள்ள அகேட் கத்திமுனை (Agate knife edge) மீது ஒரு கனமில்லாத உலோகச் சட்டம் - B உள்ளது. இந்த சட்டத்தின் இரு முனைகளி லும் இரண்டு மேல் நோக்கிய கத்தி முனைகள் உள்ளன. இக்கத்தி முனைகளில் இருந்து பக்கத்துக்கு ஒன்றாக இரண்டு கொக்கிகள் தொங்குகின்றன. இக்கொக்கிகளில் சம எடையுள்ள இரண்டு எடைத் தட்டுகள் தொங்குகின்றன. சட்டத்தின் இருமுனைகளி லும் இரண்டு திருகு மரைகள் (E,E), உள்ளன. இவைகளைத் திருகி தராசின் சட்டம் சமநிலையில் நிற்கும்படி செய்யலாம். சட்டத்தின் நடுவில் கீழ்நோக்கி ஒரு நீண்ட குறிமுள் (pointer) பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இது செங்குத்து தூண் P-யின் மேல் பொருத்தப்பட்டுள்ள தந்த அளவு கோல் (Ivory scale) மீது அசைகின்றது. தூண் செங்குத்தாக உள்ளதா என்பதை அறிய தூணின் பக்கத்தில் ஒரு வட்டுக்குண்டு நூல் (plumb line) - Iல் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இந்த அமைப்புகளைக் கொண்ட தராசு மூன்றுபுறம் கண்ணாடிக் கதவுகள் உள்ள பெட்டிக்குள் வைக்கப்பட் டிருக்கின்றது.

பௌதிகத் தராசுடன் எடைப் பெட்டி ஒன்றுள்ளது. இதில் ஒரு 500 கிராம், இரண்டு 200 கிராம், ஒரு 100 கிராம், ஒரு 50 கிராம், இரண்டு 20 கிராம், ஒரு 5 கிராம், இரண்டு 2 கிராம், ஒரு 1 கிராம் எடைக் கற்கள் தனித்தனியாக உள்ளன. இவைகளுடன் ஒரு 500 மி.கி , இரண்டு 200 மி.கி., ஒரு 100 மி.கி., ஒரு 50 மி.கி., இரண்டு 20 மி.கி., ஒரு 10மி.கி எடைகளும் வைக்கப்பட்டுள்ளன. இத்துடன் எடைகளைக் கையாள ஒரு இடுக்கியும் வைக்கப் பட்டுள்ளது.

செய்முறை

இரண்டு தராசுத் தட்டுகளையும் துடைத்து தூசுகளை அகற்ற வேண்டும். பின்னர் கைப்பிடியைத் திருப்பி சட்டத்தை விடுவிக்க வேண்டும். கண்ணாடிக் கதவுகளை மூடிவைக்க வேண்டும். சட்டம் அகேட் கத்திமுனை மீது அசைவதால், அதில் பொருத்தப்பட்டுள்ள குறிமுள், 'தந்த அளவுகோல்' மீது அலைவினைச் செய்யும். குறிமுள் சீராக அலையும் பொழுது அடுத்து அடுத்து ஐந்து திரும்பு புள்ளிகளை (turning points), மூன்று இடது பக்கத்திலும், இரண்டு வலது பக்கத்திலும், கண்டு குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர்

இடது திரும்பு புள்ளிகளுக்குத் தனியாகவும், வலது திரும்பு புள்ளிகளுக்குத் தனியாகவும் சராசரி காண வேண்டும். இவ்விரு சராசரிகளுக்கும் பின்னர் சராசரி கணக்கிட வேண்டும். கிடைப்பது தராசின் சுழிய நிலைப்புள்ளி (zero resting point) ஆகும். திரும்பு முனைப் புள்ளிகளை அட்டவணையிட்டு நிலைப்புள்ளி கணக்கிடவேண்டும்.

	திரும்பு புள்ளிகள்	
	இடம்	வலம்
	a_1	b_1
	a_2	b_2
	a_3	
சராசரி	$\frac{a_1+a_2+a_3}{3} = x$	$\frac{b_1+b_2}{2} = y$

$$\therefore \text{நிலைப்புள்ளி} = \frac{x+y}{2} = s_0$$

இந்த நிலைப்புள்ளி தட்டுகளில் எடையோ, பொருளோ இல்லாத போது கிடைத்ததால் இது சுழிய நிலைப்புள்ளி (zero resting point) ஆகும்.

(1) தராசின் பதிவீட்டு நுட்பம் (sensibility)

பதிவீட்டு நுட்பம் என்பது நிலைப்புள்ளியை தந்த அளவு கோலில் ஒரு பிரிவு நகர்த்துவதற்கு ஒரு தட்டில் இடப்பட வேண்டிய மில்லி கிராம் எடைகளின் எண்ணிக்கை ஆகும்.

வலப்பக்கத் தட்டில் 10 மி. கி. எடையை வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது நிலைப்புள்ளியை முன்போல் கணக்கிட வேண்டும். இந்நிலைப்புள்ளியை s எனக்கொள்வோம்.

10 மி.கி. க்காக நிலைப்புள்ளியில் ஏற்பட்ட மாற்றம் $= (s_0 - s)$ எனவே, எடை இரா நிலையில் தராசின்

$$\text{பதிவீட்டு நுட்பம்} = \frac{10}{(s_0 - s)} \text{ மி.கி./பகுதி.}$$

இடது வலது தட்டில் உள்ள எடை கிராம்	திரும்பு புள்ளிகள்		நிலைப் புள்ளி	வலது தட்டில் 10 மி. கி. எடை கூடுதலாக			$a-b$	$\frac{10}{a-b}$
				திரும்புபுள்ளிகள்		நிலைப் புள்ளி b		
	இடது	வலது	a	இடம்	வலம்			மி.கி./பகுதி

ஒவ்வொரு தட்டிலும் ஒவ்வொரு 10 கிராம் எடையை இட வேண்டும். இப்பொழுது சுழிய நிலைப்புள்ளியில் சிறிது வேறுபாடு ஏற்படும். இப்பொழுது நிலைப்புள்ளி s_1-யைக் காணவேண்டும். இன்னும் 10 மி.கி. எடையை வலது தட்டில் இட்டு மீண்டும் நிலைப் புள்ளியை (s_2)-க் காணவேண்டும்.

எடையுள்ள தராசின் பதிவீட்டு நுட்பம் $= \frac{10}{(s_1 - s_2)}$ மி.கி./பகுதி.

இரு தட்டுகளிலும் சம அளவில் 10 கி, 20கி, 30 கி......எடைகளை இட்டு ஆய்வினை மீண்டும் மீண்டும் செய்து, காட்சிப் பதிவுகளை (observation) அட்டவணைப்படுத்தி, ஒவ்வொரு முறையும் பதிவீட்டு நுட்பத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர் x-அச்சில் எடைகளையும் y-அச்சில் பதிவீட்டு நுட்பங்களையும் கொண்டு வரைப்படம் ஒன்று வரைந்தால், ஒரு குறிப்பிட்ட எடைக்குத் தொடர்பான பதிவீட்டு நுட்பம்வரை, சீரான வளைகோடு கிடைக்கும்,

2. பொருளின் எடையை மில்லி கிராமுக்கு திருத்தமாக :

பௌதிகத் தராசின் சுழிநிலைப் புள்ளியை (a_0) (zero resting point) முன் விளக்கியதுபோல கண்டறியவேண்டும்.

பின்னர் பொருளை இடது தட்டிலும், ஏறக்குறைய சமமான எடைகளையோ அல்லது ஓரளவிற்கு கூடுதலான எடைகளை வலது தட்டிலும் இடவேண்டும். முதலில் கிராம் எடைகளையும், பின்பு மில்லி கிராம் எடைகளையும் இறங்கு முகமாகக் குறைக்கவேண்டும். குறிமுள் சுழிநிலைப் புள்ளிக்கு இருபுறம் சமமாகவும் ஒரே சீராகவும் அலையுமாறு எடைகளைச் சரிசெய்தல் வேண்டும். இப்போது திரும்பு புள்ளிகளைக் கவனித்து, நிலைப்புள்ளியை (b) கணக்கிட வேண்டும். 'b', a_0 விட சற்று அதிகமாகவோ குறைவாகவோ, சுழிநிலைப்புள்ளிக்கு அண்மையில் அமையுமாறு, வலது தட்டில் உள்ள எடைகளைச் சரிசெய்து, கவனமாகக் குறித்துகொள்ள வேண்டும். நிலைப்புள்ளி (b) சூழ்நிலைப்புள்ளி (a_0) விட அதிகமாயிருப்பின், வலது தட்டில் உள்ள எடைகள், பொருளின் எடையை விட குறைவாகும். ஆகவே 10 மி.கி. எடையை வலது தட்டில் கூடுதலாக வைத்து, நிலைப்புள்ளி (c) யைக் கண்டறியவேண்டும். நிலைப்புள்ளி (b) க்குரிய எடை w என்றால், நிலைப்புள்ளி (c) க்குறிய எடை $w + 0\ 01$ கிராம் என்றாகும். முன்பு வலது தட்டில் வைத்த எடையை (w) சரிசெய்வதன் மூலம், 10 மி.கி. எடையைக் கூடுதலாக வலது தட்டில் சேர்த்தவுடன், புதிய நிலைப்புள்ளி (c) சுழி

நிலைப் புள்ளியை (a_0) விட குறைவாக அமையவேண்டும். அதாவது 10 மி.கி. எடையை கூடுதலாகச் சேர்த்தவுடன், சுழி நிலைப் புள்ளி (a_0), நிலைப் புள்ளிகளுக்கிடையே (b_1c) காணப்பட வேண்டும்.

நிலைப்புள்ளி 'b' லிருந்து c யாக
மாற்றுவதற்குரிய எடை = 10 மி.கி.
நிலைப்புள்ளி மாற்றம் = $b-c$.

தராசின் பதிவீட்டு நுட்பம் = $\frac{10}{b-c}$ மி கி./பகுதி.

பொருளின் துல்லியமான எடை வேண்டுமாயின், நிலைப்புள்ளியை (b) சுழிநிலைப்புள்ளிக்கு (a_0) மாற்றவேண்டும். நிலைப்புள்ளி மாற்றம் = $b-a_0$ இம்மாற்றத்திற்குக் கூடுதலான எடை

$$= \frac{0.01}{b-c} (b-a_0) \text{ கிராம்.}$$

பொருளின் எடை மில்லிகிராம் திருத்தமாக

$$= w + \frac{0.01}{b-c} (b-a_0) \text{ கிராம்.}$$

$b < a_0$

நிலைப்புள்ளி b. சுழிநிலைப்புள்ளி (a_0) க்கு குறைவாகயிருப்பின், வலது தட்டில் உள்ள எடை, பொருளின் எடையை விட அதிகமாக உள்ளது. ஆகவே வலது தட்டில் உள்ள எடையைக் குறைக்க வேண்டும். 10 மி.கி. எடையைத் தட்டிலிருந்து நீக்க, புதிய நிலைப் புள்ளி (c) யைக் கணக்கிடவேண்டும். நிலைப்புள்ளி 'b' க்குரிய எடை w என்றால், நிலைப்புள்ளி 'c'க் குரிய எடை $w - 0.01$ என்றாகும். முன்பு வலது தட்டில் வைத்த எடையை (w) சரிசெய் வதன்மூலம், 10 மி.கி. எடையை வலது தட்டிலிருந்து குறைத்த வுடன், புதிய நிலைப்புள்ளி c சுழிநிலைப் புள்ளியை (a_0) விட அதிக மாக அமையவேண்டும். அதாவது 10 மி.கி. எடையை நீக்கிய வுடன், நிலைப்புள்ளிகள் $b.c.$ சுழிநிலைப்புள்ளி a_0 க்கு இருபுறமாக அமையவேண்டும்.

நிலைப்புள்ளி b லிருந்து c யாக மாற்றுவதற்குரிய எடை = 10 மி கி.
நிலைப்புள்ளி மாற்றம் = $c-b$

தராசின் பதிவீட்டு நுட்பம் = $\frac{10}{c-b}$ மி.கி /பகுதி.

நிலைப்புள்ளியை (b) சுழிநிலைப்புள்ளிக்கு (a_0) மாற்ற, நிலைப்புள்ளி மாற்றம் $= a_0 - b$.

இம்மாற்றத்திற்குத் தேவையான அல்லது நீக்கப்படவேண்டிய

$$\text{எடை} = \frac{0.01}{(c-b)} (a_0 - b)$$

பொருளின் எடை மில்லி கிராம் திருத்தமாக.

$$= w - \frac{0.01}{c-b} (a_0 - b) \text{ கிராம்.}$$

அல்லது பொதுவாக சுருங்கக்கூறின், 10 மி. கிராம் எடை வேறுபாட்டில், இரு எடைகளுக்குரிய நிலைப்புள்ளிகளை, சுழிநிலைப் புள்ளியைத் தவிர கண்டறிய வேண்டும். இந்நிலைப்புள்ளிகள், சுழி நிலைப்புள்ளிக்கு (a_0) இருபுறமாக அமையவேண்டும். அதாவது a_0 இருபுள்ளிகளுக்கு இடையில் காணப்படவேண்டும். இருபுள்ளி களுள், ஒரு நிலைப்புள்ளி சுழிநிலைப் புள்ளிக்குப் பெரிதாகவும், மற் றொன்று சிறியதாகவும் விளங்கும். ஆகவே பெரிய நிலைப்புள்ளியை b எனவும், சிறியநிலைப்புள்ளியை c எனவும் கருதலாம். பெரிய நிலைப்புள்ளி (b) க்குரிய எடை w_1 என்றால், சிறிய நிலைப்புள்ளி (c) க்குரிய எடை $w + 0.01$ கி. என்றாகும்.

முன்பு விளக்கியதுபோல், பொருளின் எடை மில்லிகிராம் திருத்தமாக.

$$= w + \frac{0.01}{b-c} (b - a_0). \text{ கிராம்.}$$

முடிவு :

தராசின் பதிவீட்டு நுட்பம் =

பொருளின் எடை மி.கி. திருத்தமாக. =

தராசில் நிறுப்பதற்குப் பின்பற்றவேண்டிய விதிகள் ;—

1. எடைக்காணத் துவங்குமுன் தந்த அளவு கோலும் தட்டு களும் தூசின்றி தூய்மையாக்கப்படவேண்டும்.
2. அடிமட்டத் திருகாணிகளைத் திருகி தூணைச் செங் குத்தாக்க வேண்டும். செங்குத்தாக உள்ளதா என்பதை வட்டுக் குண்டு நூலால் (plumb line) சரிபார்க்கலாம்.
3. திரும்பு புள்ளிகளைக் காணும்போது தோற்றப் பிழை இல்லாமல் காணவேண்டும்.

4. கண்ணுடிக் கதவுகளை மூடவேண்டும். கைப்பிடியை மெதுவாகத் திருப்பவேண்டும்.
5. நிலைப்புள்ளிகளைக் குறிமுள்ளின் அலைவு சீரான பின்னர் தான் காணவேண்டும்.
6. தராசினை நிலைப்படுத்திய பின்தான் எடைகளைச் சேர்ப்பதோ அல்லது எடுப்பதோ செய்யவேண்டும்.
7. எடைகளை இடுக்கியாலேயே எடுக்கவேண்டும். அவைகளை எடைப்பெட்டி, எடைத்தட்டு இவையிரண்டன்றி வேறெங்கும் வைக்கக்கூடாது.
8. பொருளை எப்பொழுதும் இடது தட்டிலேயே வைக்க வேண்டும்.
9. வெப்பமான பொருள்களை நிறுக்கக்கூடாது.
10. எடைகளை இறங்கு வரிசையிலேயே இடவேண்டும்.

இடது தட்டு	வலது தட்டு கி.	திரும்பு புள்ளிகள்		நிலைப்புள்ளி
		இடம்	வலம்	
O	O			a_0
பொருள்	$\underline{+}$ 0.01			
பொருள்	$\underline{+}$ 0.01			

பொருளின் எடை மி. கி. திருத்தமாக :

$$W + \frac{0.01}{(b-c)} \quad (b-a_0)$$

7. ஒப்பு அடர்த்தி சீசா

நோக்கம்

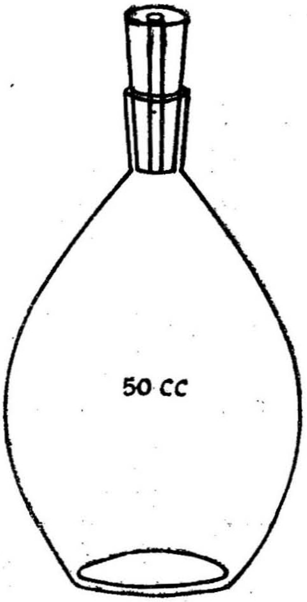
ஒப்பு அடர்த்தி சீசாவைப் பயன்படுத்தி (1) நீரில் கரையாத ஒரு திடப் பொருள் (2) ஒரு திரவம், (3) நீரில் கரையும் ஒரு திடப் பொருள் ஆகியவைகளின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணல்.

கருவிகள்

ஒப்பு அடர்த்தி சீசா, பௌதிகத் தராசு எடைப்பெட்டி, மண்ணெண்ணெய், கண்ணாடிக் குவளை, சில ஈயக் குண்டுகள், பொடித்த உப்பு அல்லது சர்க்கரை முதலியன.

விளக்கம்

ஒப்பு அடர்த்தி சீசா 25 அல்லது 50 க செ.மீ கன அளவு கொண்டது. (படம் 11). மெல்லிய கண்ணாடி சுவர்களால் ஆனது. இதன் கழுத்து அடியில் குறுகியும் மேல் பகுதியில் சற்று அகன்றும் இருக்கும். இதன் அடைப்பான் (Stopper) நன்ருகப் பொருந்தும் வகையில் தேய்க்கப் பட்ட கண்ணாடியால் ஆனது. இந்த அடைப்பானின் நடுவில் ஒரு மெல் லிய துவாரம் உள்ளது. சீசா நிறைய ஒரு திரவத்தை ஊற்றி அடைப்பா ஞல் மூடிஞல், சீசாவின்மேல் குறிக் கப்பட்டுள்ள கன அளவு திரவம் உள் ளிருக்கும். சீசாவைக் கழுத்துப் பாகத் தில் தொட்டே எடுக்க வேண்டும். குமிழ் பாகத்தைப் பிடித்து எடுத் தால் கையில் உள்ள வெப்பத்தால் திரவம் விரிவடைய ஏதுவாகும்.



படம்-11

செய்முறை

(1) நீரில் கரையாத ஈயக் குண்டுகள் போன்ற அல்லது தூளாக்கப்பட்ட திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி :

தூய்மையான, காலியான ஒப்பு அடர்த்தி சீசா ஒன்றை நிறுத்து எடை காணவேண்டும் (w_1). தேவையான அளவுக்கு ஈயக் குண்டுகள் அல்லது தூளாக்கப்பட்ட திடப்பொருளைச் சீசாவில் போடவேண்டும். இப்பொழுது சீசாவின் எடையை மீண்டும் காணவேண்டும். (w_2).

சீசாவில் எஞ்சிய காலிப்பகுதியை நிரப்ப நீர் ஊற்றவேண்டும். காற்றுக் குமிழிகள் உள்ளே ஏற்படாமல் பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது அடைப்பானுல் சீசாவை மூடவேண்டும். மிகுதியான நீர் வழிந்து வெளிவரும். இதனை ஒரு துணியால் துடைத்து வெளிப்புறம் நீர் இல்லாமல் செய்யவேண்டும். இப்பொழுது மீண்டும் சீசாவின் எடையைக் காணவேண்டும் (w_3.)

சீசாவில் உள்ள நீரையும், திடப் பொருளையும் வெளியே கொட்டிவிட்டு, சீசாவை நன்ருகக் கழுவி, காற்றுக் குமிழிகளின்றி நீரால் நிரப்பி அடைப்பானுல் மூடவேண்டும். வெளி வழிந்துவரும் நீரை துணியால் துடைத்துவிட வேண்டும். இப்பொழுது சீசாவின் எடையைக் காணவேண்டும் (w_4)

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும் :—

உலர்ந்த காலி சீசாவின் எடை $= w_1 =$

திடப்பொருளுடன் கூடிய சீசாவின் எடை $= w_2 =$

சீசா, திடப்பொருள் எஞ்சிய பகுதியில் நிரம்பியுள்ள நீர் இவற்றின் எடை $= w_3 =$

முழுவதும் நீரால் நிரம்பிய சீசாவின் எடை $= w_4 =$

எனவே,

திடப் பொருளின் எடை $= w_2 - w_1 =$

எஞ்சியப் பகுதியில் நிரம்பிய நீரின் எடை $= w_3 - w_2 =$

சீசா முழுவதும் நிரம்பிய நீரின் எடை $w_4 - w_1 =$

திடப் பொருளின் சம கன அளவுள்ள நீரின் எடை $=$

$$(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2) =$$

∴ திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

$$= \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை}}{\text{பொருளின் சம கன அளவு நீரின் எடை}}$$

$$= \frac{(w_2 - w_1)}{(w_4 - w_1) - (w_3 - w_2)}$$

2. ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

ஒப்பு அடர்த்தி சீசாவில் உள்ள நீரைக் கீழே ஊற்றிவிட வேண்டும். பின்னர் சீசாவை ஆய்வுக்கு எடுத்துக் கொண்ட திரவத்தால் கழுவவேண்டும். கழுவிய சீசாவில் திரவத்தைக் காற்றுக் குமிழிகளின்றி நிரப்பி அடைப்பானுல் முடவேண்டும். வழிந்து வரும் திரவத்தைத் துணியால் துடைத்துவிடவேண்டும். இப்பொழுது திரவத்துடன் கூடிய சீசாவின் எடையைக் காண வேண்டும். (w_3), முழுவதும் நீரால் நிரம்பிய சீசாவின் எடை — w_2 எனக் கொள்வோம்.

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

உலர்ந்த காலி சீசாவின் எடை $= w_1 =$

முழுவதும் நீரால் நிரம்பிய சீசாவின் எடை $= w_2 =$

முழுவதும் திரவத்தால் நிரம்பிய சீசாவின் எடை $= w_3 =$

திரவத்தின் எடை $= (w_2 - w_1) =$

எனவே,

திரவத்தின் எடை $= (w_3 - w_1) =$

திரவத்தின் சமகன அளவே உள்ள நீரின் எடை $\Big\} = (w_2 - w_1) =$

$\therefore$ திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{(w_2 - w_1)}{(w_3 - w_1)}$

3. நீரில் கரையும் தூளாக்கப்பட்ட ஒரு திடப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

சீசாவில் நிரம்பியுள்ள திரவத்தை ஊற்றிவிட்டு உலர்த்த வேண்டும். பின்னர் ஆய்வுக்காக எடுத்துக்கொண்ட தூளான நீரில் கரையும் திடப் பொருளைத் தேவையான அளவு சீசாவில் போடவேண்டும். இப்பொழுது சீசாவை நிறுத்து, எடை காண வேண்டும் (w_2). இப்பொழுது சீசாவின் எஞ்சிய பகுதியில், எடுத்துக்கொண்ட திடப்பொருளைக் கரைக்காத ஒரு திரவத்தால் நிரப்ப வேண்டும். அடைப்பானுல் சீசாவை மூடி, வழியும் திரவத்தைத் துணியால் துடைத்துவிட்டு, சீசாவின் எடையை நிறுத்துக் காண வேண்டும். (w_3). திரவம் நிரம்பிய சீசாவின் எடை (w_4) எனவும், நீர் நிரம்பிய சீசாவின் எடை (w_5) எனவும் கொள்வோம்.

கணக்கீடு

காலி சீசாவின் எடை $= w_1 =$

நீரில் கரையும் திடப்பொருள் + சீசா $= w_2$

சீசா + திடப்பொருள் திரவம் + $= w_3 =$

சீசா + திரவம் $= w_4 =$

சீசா + நீர் $= w_5 =$

எனவே,

திடப்பொருளின் எடை $= (W_2 - W_1)$

திடப்பொருளின் சமகன அளவுள்ள திரவத்தின் எடை $= (W_4 - W_1) - (W_3 - W_2) =$

திரவத்திற் கொப்ப திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} =$

ஆகையால் திடப்பொருளின் உண்மையான ஒப்பு அடர்த்திக்காண திரவத்திற்கொப்ப அதன் அடர்த்தியை, திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியால் பெருக்க வேண்டும்.

∴ திடப்பொருளின் உண்மையான ஒப்பு அடர்த்தி
$$= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_4 - W_1) - (W_3 - W_2)} \times \frac{(W_4 - W_1)}{(W_5 - W_1)}$$

முடிவு

1 நீரில் கரையாத திடப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி =

2 திரவரத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி =

3 நீரில் கரையும் திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி =

8. திட, திரவப் பொருள்களின் ஒப்பு அடர்த்தி

நோக்கம்

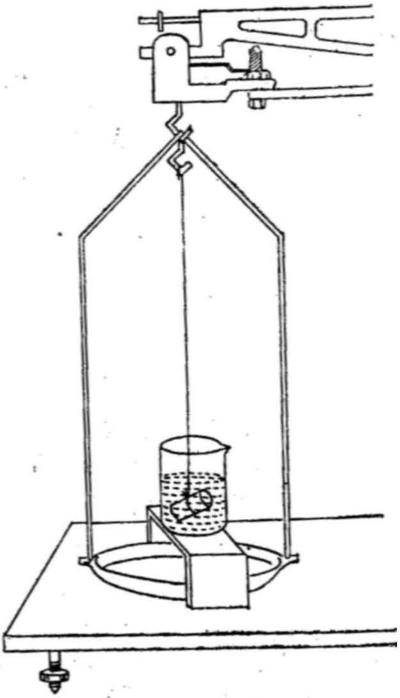
ஆர்க்கிமிடிசின் தத்துவத்தைப்பயன்படுத்தி (*1*) நீரில்கரையாத ஒரு கனமான திடப்பொருள். (*2*) நீரில் கரையாத கனமில்லாத திடப்பொருள், (3) ஒரு திரவம், (*4*) நீரில் கரையும் ஒரு படிகம் ஆகியவைகளின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணல்.

கருவிகள்

பௌதிகத் தராசு. நீர் நிலையியல் பலகை(Hydrostatic leench) நீருள்ள கண்ணாடிக் குவளை, எண்ணெய் உள்ள கண்ணாடிக் குவளை, கண்ணாடி அடைப்பான், பெரிய மயில்துத்த படிகம் (Copper sulphate crystal), கார்க் துண்டு முதலியன.

செய்முறை

1. கரையாத கனமான ஒரு திடப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி



படம் · 12

பௌதீகத் தராசின் இடப் பக்கத் தட்டு தொங்க விடப்பட்டிருக்கும் கொக்கியில் திடப் பொருளை ஒரு மெல்லிய நூலால் கட்டித் தொங்க விடவேண்டும். (படம் 12). வலப்பக்கத் தட்டில் எடைகளை வைத்து, திடப் பொருளின் எடையைக் காற்றில் நிறுத்துக் காணவேண்டும். (w_1). பின்னர் நீர் நிலையியல் பலகை ஒன்

றினை இடப்பக்கத் தட்டின் குறுக்காக வைக்கவேண்டும். இப்பலகை யின் மீது நீர்நிரம்பிய குவளையை வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது திடப்பொருள் குவளையிலுள்ள நீருக்குள் தங்கு தடையின்றித் தொங்கியபடி மூழ்கியிருக்கும். (படம்) திடப்பொருளைச் சுற்றிக் காற்றுக் குமிழிகள் ஏற்படாமல் கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். இந்த எச்சரிக்கை கீழ்க் குறிப்பிடப்பட்டுள்ள மற்ற ஆய்வுகளுக்கும் பொருந்தும்.

திடப்பொருள் குவளையின் பக்கவாட்டில் தொடாதவாறு பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இப்பொழுது திடப் பொருளின் எடையை நிறுத்துக் காணவேண்டும். (w_2).

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

காற்றில் திடப்பொருளின் எடை $= w_1 =$

நீரில் திடப்பொருளின் எடை $= w_2 =$

நீரில் பொருள் இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை $= w_1 - w_2 =$

$$\text{திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி} = \frac{\text{காற்றில் பொருளின் எடை}}{\text{நீரில் இழந்த எடை}}$$

$$= \frac{w_1}{w_1 - w_2}$$

2 கரையாத கனமில்லாத தக்கை போன்ற மிதவைப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

அதிக கனமில்லாத தக்கை போன்ற ஒப்பு அடர்த்தி காண வேண்டிய பொருளை உதாரணமாக கார்க் (அடைப்பான்) எடுத்துக் கொண்டு காற்றில் அதன் எடையைக் காணவேண்டும் (w_1). பின்னர் இதனை ஒரு நூலின் நுனியில் கட்டவேண்டும். இரு நுனிகளுக்கிடையே கண்ணாடி அடைப்பான் போன்ற ஓர் அமிழ்த் தியை (sinker) கட்டிக்கொள்ள வேண்டும் இதனை முன்புபோல் இடப்பக்கத்தட்டுத் தொங்கவிடப்பட்டிருக்கும் கொக்கியில், கார்க் குத் துண்டு காற்றிலும், கண்ணாடி அடைப்பான் நீரில் மூழ்கியும் இருக்கும்படி தொங்கவிடவேணடும். (படம்) இப்பொழுது எடையைக் காணவேண்டும் (w_2). பின்னர் கார்க்கை கண்ணாடி அடைப்பானுடன் இணைத்துக் கட்டவேண்டும். இரண்டும் நீரில் மூழ்கியப்படி தொங்குமாறு அமைக்கவேண்டும். (படம்), இவை குவளையின் பக்கவாட்டில் தொடா வண்ணம் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது மீண்டும் எடை காணவேண்டும் (w_3).

மிதவைப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

காற்றில் கார்க்கின் எடை $= W_1 =$

கார்க்கு காற்றிலும் கண்ணாடி அடைப்பான் நீரிலும் இருக்கும் பொழுது எடை $= W_2 =$

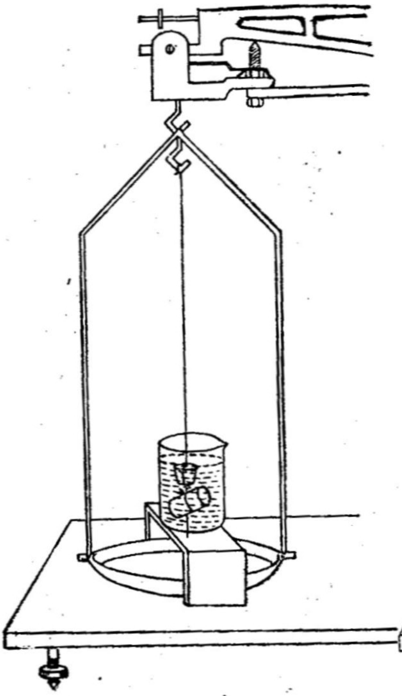
கார்க்கும் அடைப்பானும் நீரில் மூழ்கியபடி தொங்கும் பொழுது எடை $= W_3 =$

நீரில் கார்க்கு இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை $= W_2 - W_3 =$

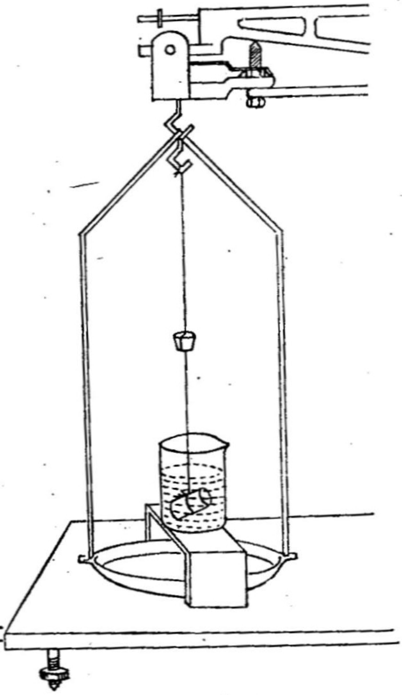
∴ கார்க்கின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{W_1}{W_2 - W_3} =$

3. ஒரு திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

நீரிலும், ஒப்பு அடர்த்தி காணவேண்டிய திரவத்திலும் கரையாத திடப்பொருளை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும்.



படம் - 14



படம் - 13

(உதாரணமாக கண்ணாடி அடைப்பான்), இதன் எடையை காற்றில் நிறுத்துக் காணவேண்டும் (W_1). பின்னர் இதனை நூலில் கட்டி நீரினுள் மூழ்கியபடி தொங்குமாறு அமைத்து, நீரில்

இதன் எடையைக் காணவேண்டும் (w_2). பின்னர் ஒப்பு அடர்த்தி காணவேண்டிய திரவத்தில் மூழ்கியபடி தொங்குமாறு அமைத்து திரவத்தில் இதன் எடையைக் காணவேண்டும் (w_3).

திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

காற்றில் அடைப்பானின் எடை $= w_1 =$

நீரில் அடைப்பானின் எடை $= w_2 =$

நீரில் அடைப்பான் இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை $= w_1 - w_2 =$

திரவத்தில் அடைப்பானின் எடை $= w_3 =$

திரவத்தில் அடைப்பான் இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை $= w_1 - w_3 =$

∴ திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{\text{திரவத்தில் இழந்த எடை}}{\text{நீரில் இழந்த எடை}}$

$$= \frac{(w_1 - w_3)}{(w_1 - w_2)}$$

5. நீரில் கரையும் ஒரு படிகத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி

ஒப்பு அடர்த்திக் காணவேண்டிய படிகத்தை (எடுத்துக் காட்டாக மயில் துத்த படிகம்) காற்றில் நிறுத்து எடை காண வேண்டும் (w_1). படிகம் கரையாத ஒரு திரவத்தினைத் தேர்ந்தெடுத்து, இதன் ஒப்பு அடர்த்தியை முன் கண்ட முறையில் நிர்ணயிக்கவேண்டும். பின்னர் இத்திரவத்தில் படிகம் மூழ்கியபடி தொங்குமாறு அமைத்துப் படிகத்தின் எடையைக் காணவேண்டும் (w_2).

கரைபொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி

காற்றில் படிகத்தின் எடை $= w_1 =$

திரவத்தில் படிகத்தின் எடை $= w_2 =$

திரவத்தில் படிகம் இழந்ததாகத் தோன்றும் எடை $= {}_1w - w_2 =$

∴ திரவத்திற்கொப்ப படிகத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி $= \dfrac{w_1}{w_1 - w_2} =$

படிகத்தின் உண்மையான ஒப்பு அடர்த்தியைக் காண திரவத்திற்கொப்ப அதன் ஒப்பு அடர்த்தியை, திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியால் பெருக்க வேண்டும்.

∴ படிகத்தின் உண்மையான ஒப்பு அடர்த்தி $= \left\{ \frac{W_1}{W_1 - W_2} \right\} \times$ (திரவத்தின் ஒப்புஅடர்த்தி)

முடிவு

1. கனமான திடப்பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி =
2. மிதவைப் பொருளின் ஒப்பு அடர்த்தி =
3. திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி =
4. படிகத்தின் ஒப்பு அடர்த்தி =

9. யங்கின் நீட்சிக் குணகம்

நோக்கம்

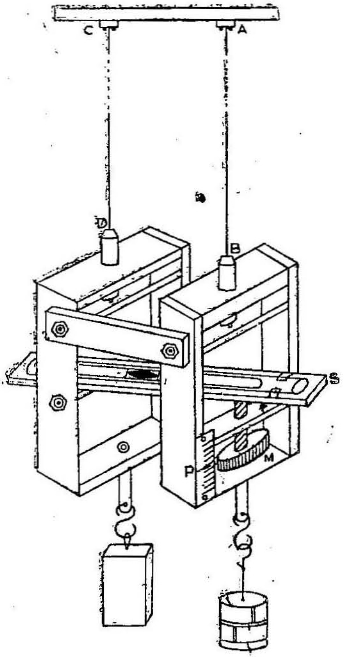
ஒரு உலோகக் கம்பியின் யங் நீட்சி குணகத்தை (Young's modulus) நீட்சி முறையால் (stretching method) காணல்.

கருவிகள்

சேர்லின் நுண்ணியல்மானி கருவி (searle's micrometer apparatus), மீட்டர் கோல், திருகு அளவி முதலியன.

விளக்கம்

ஒரேக் கம்பி சுருளிலிருந்து வெட்டப்பட்ட 4 அல்லது 5 மீட்டர் நீளமுள்ள இரண்டு கம்பிகள் அறையின் கூரையில் பொருத்தப் பட்டுள்ள தாங்கியிலிருந்து தொங்கவிடப்பட்டுள்ளன. இவைகளில் C D பார்வைக் கம்பி (Reference wire) மற்றது A B ஆய்வுக் குரிய கம்பி (experimental wire) ஒவ்வொரு கம்பியின் அடியிலும் ஒரு செவ்வகச் சட்டம் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இரண்டு சட்டங் களும் குறுக்குச் சட்டங்களால் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்தச் சட்டங்கள் இரண்டும் கம்பிகள் நீள வாட்டில் தன்னியல்பாக நீள்



படம் - 15

வதை தடுக்காத முறையில் அதே சமயம் ஒன்றையொன்றுவிட்டு விலகிச் செல்லா வகையில் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. ஒரு இரச மட்டம். S (spirit level) இரண்டு சட்டங்களுக்கும் குறுக்கே வைக்கப்பட்டுள்ளது. இரசமட்டத்தின் ஒரு முனை பார்வைக் கம்பி யுடன் (Reference wire) இணைக்கப்பட்ட சட்டத்தில் உள்ள குறுக்குக் கம்பியின் மீதும், மறுமுனை ஒரு நுண்ணியல் திருகுமானி (M) - யில் (Micrometer screw) உள்ள திருகின் கூர்முனை மீதும் வைக்கப்பட்டுள்ளது. இத்திருகு மானியின் திருகின் அச்சும் ஆய் விற்குரிய கம்பியின் அச்சும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளன. ஒரு குறிப்பிட்ட எடைக்கல் பார்வைக் கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சட்டத்திலிருந்து (கட்டித் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. ஆய்வுக் கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சட் டத்திலிருந்து) ஒரு எடைத் தாங்கி, ஒரு நிலையான எடையுடன் (dead load) தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. ஆய்வுக்கம்பி சட்டத்தில் ஒரு புரியிடைக்கோல், திருகுமானியின் அளவுகள் குறிக்கப்பட் டுள்ள விளிம்பு அதன் விளிம்பை ஒட்டியவாறு நகருமாறு பொருத் தப்பட்டுள்ளது. இந்த இரண்டு அளவு கோல்களையும் கொண்டு நீட்சிஅடைந்த நீளத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட இயலும்.

செய்முறை

முதலில் நுண்ணியல் திருகுமானியில் உள்ள தலைக்கோல் பகுதிகளை எண்ணிக் கொள்ளவேண்டும். புரியிடைக்கோலில் ஒரு பகுதியின் அளவினைக் காணவேண்டும். பின்னர் திருகின் புரி யிடைத் தூரத்தை (pitch of the screw)க்கணக்கிட்டு, அதம அளவைக் (least count) காணவேண்டும்

நுண்ணியல் திருகுமானியைத் திருகி இரசமட்டத்தில் உள்ள காற்றுக் குமிழ் நடுவில் இருக்கும்படி செய்யவேண்டும். இப் பொழுதுள்ள அளவினை நுண்ணியல் திருகுமானியில் பார்த்து அறியவேண்டும். இந்த அளவினை அட்டவணையில் நிலை எடை (dead load) (W_0) -க்கு எதிரான அளவாகக் கொள்ளவேண்டும். பின்னர் சமஅளவு எடைகளை (எடுத்துக்காட்டாக $\frac{1}{2}$ கிலோ எடை களை) ஒவ்வொன்றாக எடைத் தாங்கியில் போடவேண்டும். ஒவ் வொரு எடைபோடப்பட்டதும் ஆய்வுக்கம்பி சிறிதளவு நீளும். இதனால் கம்பியுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள சட்டம் தாழும். எனவே இரசமட்டத்தில் காற்றுக் குமிழ் நடு இடத்தை விட்டு நகர்ந்து விடும். இப்பொழுது இரசமட்டத்தின் காற்றுக் குமிழ் நடுவில் வரும்படி நுண்ணியல் திருகுமானியின் திருகினைத் திருகி சரி செய்யவேண்டும். இவ்வாறு ஒவ்வொரு எடை சேர்க்கப்பட்ட வுடனும் செய்து, திருகுமானியின் அளவுகளைக் காணவேண்டும்.

பின்னர் சமஅளவு எடைகளை ஒவ்வொன்றாக எடுக்கவேண்டும். ஒவ்வொன்றும் எடுக்கப்பட்டவுடன் திருகுமானியின் அளவினைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இவ்வாறு எல்லா எடைக் கற்களையும் எடுத்துவிட்டு, மீண்டும் நிலைஎடை (dead load) மட்டும் இருக்கும் பொழுது அளவினை எடுக்கவேண்டும்.

பின்னர் எடுத்த அளவுகளிலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட எடைக்கு (W) கம்பி எடையும் நீட்சி எவ்வளவு எனக் கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர் கம்பியின் ஆரத்தினைத் திருகு அளவியைப் பயன்படுத்தி அதன் பல இடங்களில் கண்டு சராசரி ஆரத்தினைக் கணக்கிட வேண்டும்.

எடுத்த அளவுகளைக் கொண்டு யங்கின் குணகத்தைக்கணக்கிட வேண்டும்.

$$Y = \frac{M\,g\,L}{\pi\, r^2\, e}$$

முடிவு

ஆய்விற்குரிய கம்பியின் யங் குணகம் = டைன்ஸ்/ச. செ.மீ.

கொள்கை

ஒரு திடப் பொருளின் யங்குணகம் (Young's modulus) என்பது பொருளின் நீட்சித்தகைவுக்கும் (Tensile stress), நீளத்திரிபு (linear strain)-க்கும் உள்ள விகிதம் ஆகும்.

ஒரு சீரான கம்பியின் நீளம் L செ. மீ. என்க. இது இதன் அச்சுக்கு இணையான கோட்டில் ஏற்படும் F டைன்ஸ் விசையில் நீட்டப்படுவதாகக் கொள்க. இதனால் கம்பி அடைந்த நீட்சித் தூரம்மட்டும் l செ. மீ. என்க. கம்பியின் குறுக்கு வெட்டு முகப் பரப்பு a ச. செ. மீ. என்க.

$$\text{நீட்சித்தகைவு} = \frac{F}{a} = \frac{F}{\pi r^2} \text{ இதில்}$$

r— என்பது கம்பியின் ஆரம்.

$$\text{நீளத்திரிபு} = \frac{e}{L}$$

$$\therefore \text{ யங் குணகம்} = Q = \frac{F/a}{e/L}$$

$$= \frac{F\times L}{a\times e} = \frac{F\times L}{\pi r^2 e}.$$

[குறிப்பு : கம்பியில் போடப்படும் எடை W எனில்

$$F = w.\,g.]$$

நுண்ணியல் திருகு அளவியின் அதம அளவு (c) = மி.மீ.

எண்.	எடை கிலோ	திருகு மானியின் அளவுகள்			2.5 கி. கி. எடைக்கு நீட்சி (e) மி.மீ.
		எடை ஏறுதல் மி.மீ.	எடை இறங்குதல் மி.மீ.	சராசரி மி.மீ.	
1	. w				
2	. w + 0.5				
3	. w + 1.0				
4	. w + 1.5				
5	. w + 2				
6	. w + 2.5				
7	. w + 3				
8	. w + 3.5				
9	. w + 4				
10	. w + 4.5				

சராசரி.

L செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பி, *W* கிராம் எடையினால் ஏற்படும் நீட்சி. *C.* = செ. மீ.

கம்பியின் விட்டம்

திருகு அளவியின் அதம அளவு (*c*) =

எண்.	புரியிடைக் கோல் அளவு P	தலைக்கோல் அளவு H	பதிவு அளவு = P + HC	திருத்திய அளவு (d)
1				
2				
3				
4				
5				

கம்பியின் விட்டம் சராசரி ஆரம் = | செ.மீ.

கணக்கீடு

ஆய்வுக் கம்பியின் நீளம் = L = செ. மீ.

எடை (*W*)—க்கான நீட்சி = C = செ. மீ.

எடையின் அளவு = M = கிராம்.

கம்பியின் ஆரம் = *r* = செ. மீ.

∴ கம்பியின் குறுக்குப் பரப்பு = πr^2 = ச. செ. மீ.

g—ஈர்ப்பு முடுக்கம் எனில்,

$$\text{யங்கின் நீட்சிக் குணகம்} = \frac{M \times g \times L}{\pi r^2 C}$$

= டைன்ஸ்/ச. செ'மீ.

F1S081 C

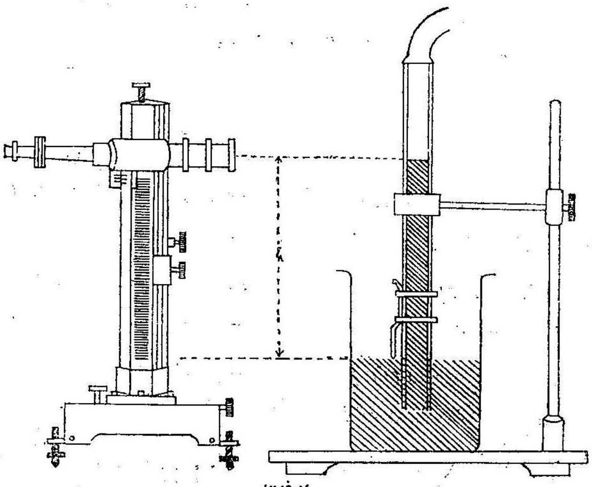
10 பரப்பு இழுவிசை—நுண்புழை ஏற்ற முறை

நோக்கம்

ஒரு திரவத்தின் பரப்பு இழு விசையை (Surface Tension) நுண்புழை ஏற்ற (Capillary rise) முறையில் காணல்.

கருவிகள்

சீரான நுண்புழைக் குழாய்கள், வெர்னியர் நுண்ணோக்கி, திரவமுள்ள கண்ணாடிக் குவளை, ஹேரின் அடர்த்தி காணும் கருவி, ஒரு காட்டி (Index needle) முதலியன.



படம்-16

செய்முறை

ஒரு தூய, உலர்ந்த நுண்புழைக் குழாயினை எடுத்துக்கொண்டு, இதனுடன் ஒரு வலிவான வளைந்த கம்பி ஒன்றினை ரப்பர் வளை

யங்களினால் இணைக்க வேண்டும். நுண்புழைக் குழாயினை அதன் ஒரு முனை பரப்பு இழுவிசை காணவேண்டிய திரவத்தின் உள் இருக்கும் வண்ணம் வைத்து ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி செங்குத்தாக வைக்கவேண்டும். (படம் 16) மறு முனையில் பொருத்தியுள்ள ரப்பர் குழாயில் வாயை வைத்து உறிஞ்சி திரவம் குழாயில் ஏறி நிற்கும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது நுண்புழைக் குழாயுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள கம்பியின் முனை திரவமட்டத்தைத் தொட்டும் தொடாமலும் இருக்கும் வண்ணம் அதனைச் சரி செய்யவேண்டும்.

ஒரு நகரும் நுண்ணோக்கியை (Travelling microscope), நுண் குழாயை நோக்கிக் கிடை நிலையில் அமைத்து, பிறையுருவின் படிவம் நன்கு தெளிவாகத் தோன்றுமாறு, நுண்ணோக்கியைச் சரிசெய்து கொள்ளவேண்டும். நுண்ணோக்கியில் உள்ள கிடை குறுக்குக் கம்பி (Cross-wire), நுண்புழையில் உள்ள பிறையுருவின் (meniscus) நுண்ணோக்கியில் தெரியும் படிவத்திற்குத் தொடு கோடாக இருக்கும்படி சரிசெய்யவேண்டும். இப்பொழுது நிலைக்குத்து அளவு கோலில் உள்ள சரியான அளவினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

நுண்புழைக் குழாயோ அல்லது அதில் பொருத்தப்பட்டுள்ள காட்டியோ நகராவண்ணம், திரவமுள்ள குவளையைக் கவனமாக வெளியே எடுக்கவேண்டும். பின்னர் நுண்ணோக்கியைக் கீழிறக்கி வளைந்த கம்பியின் முனை நோக்கி வைத்து, அதன் படிவம் தெரியுமாறு சரிசெய்யவேண்டும் கம்பியின் முனையின் நுண்ணோக்கியில் தெரியும் படிவம், கிடை குறுக்குக் கம்பியைத் தொட்டும் தொடாமல் இருக்குமாறு சரிசெய்யவேண்டும். முன்போல்நிலைக் குத்து அளவு கோலில் உள்ள சரியான அளவினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் இடையில் உள்ள வேறுபாடு நுண்புழை ஏற்றம் (h) ஆகும்.

குவளையில் உள்ள திரவத்தின் மட்டத்தை மாற்றி ஆய்வினை இரண்டு அல்லது மூன்று முறை செய்து சராசரி நுண்புழை ஏற்றத்தைக் காணவேண்டும்.

அடுத்து நுண்புழைக் குழாயின் ஆரத்தைக் (Radius) காண வேண்டும். இதற்கு நுண்புழைக் குழாயைக் கிடையாக வைத்து தாங்கியில் பொருத்தி, நுண்ணோக்கியை நுண்புழைக் குழாயின் குறுக்கு வெட்டுப் பரப்பை (Cross-section) நோக்கி அமைக்க வேண்டும். நுண்ணோக்கியில் நுண்புழையின் தெளிவான படிவம் தெரியும்படி சரிசெய்யவேண்டும். நுண்ணோக்கியினைச் சரி செய்து குத்துக் குறுக்குக் கம்பி (Vertical cross-wire) வட்டமான புழையின்

படிவத்தின் வலது பக்கத்தில் தொடுகோடாக இருக்கும் வண்ணம் வைக்க வேண்டும். இந்நிலையில் கிடை அளவுகோலில் (Horizontal scale) உள்ள சரியான அளவைப் பார்த்துக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். பின்னர் புழை படிவத்தின் இடது பக்கத்தில் தொடுகோடாக வைத்து மீண்டும் கிடை அளவு கோலில் உள்ள சரியான அளவினைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு நுண்புழையின் விட்டத்தைத் தரும். இதில் பாதியே நுண்புழையின் ஆரமாகும்.

பின்னர் கிடை குறுக்குக் கம்பி புழைபடிவத்தின் கீழ்பக்கம் தொடுகோடாக இருக்குமாறு நுண்ணோக்கியினைச் சரிசெய்து, குத்துக்கோலில் (Vertical Scale) அளவினைக் காணவேண்டும். நுண்ணோக்கியினை உயர்த்தி, கிடை குறுக்குக் கம்பி புழை படிவத்தின் மேல் பக்கம் தொடு கோடாக இருக்குமாறு சரி செய்து அளவினைக் காணவேண்டும். இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு புழையின் விட்டத்தைத் தரும். இதில் பாதியே நுண்புழையின் ஆரமாகும். அளவீடுகளை அட்டவணையில் பதிவு செய்து, புழையின் சராசரி ஆரத்தினை (r)-க் காணவேண்டும்.

திரவத்தின் ஒப்பு அடர்த்தியை ஹேரின் கருவியைப் பயன்படுத்திக் காணவேண்டும்.

கணக்கீடு

சராசரி நுண்புழை ஏற்றம் (h) = செ.மீ.

சராசரி நுண்புழை ஆரம் (r) = செ.மீ.

திரவத்தின் பரப்பு அடர்த்தி (d) = கிராம்/க.செ.மீ

$$\text{திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை} = T = \frac{h \times r \times d \times g}{2} \text{ டைன்ஸ்/செ.மீ.}$$

[குறிப்பு : g—ஈர்ப்பு முடுக்கம்].

முடிவு

தரப்பட்ட திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை = டைன்ஸ்/செ.மீ.

அட்டவணை : (1) நுண்புழை ஏற்றம்

நுண்ணோக்கியின் வெர்னியரின் அதம அளவு =

எண்.	பிறையுரு அளவீடு			கம்பிமுனை அளவீடு			h
	மூலக்கோல் அளவு	வெர்னியர் அளவு	மொத்தம்	மு. கோ. அ.	வெ. அ'	மொத்தம்	
1							
2							
3							

சராசரி =

(2) நுண்புழை ஆரம்:

குறுக்குக் கம்பி	வலது பக்க அளவீடு			இடது பக்க அளவீடு			வேறுபாடு (2r)	ஆரம். r
	மு. கோ. அ	வெ. அ.	மொத்தம்	மு. கோ. அ.	வெ. அ.	மொத்தம்		
குத்துக்கம்பி								
	கீழ் பக்க அளவீடு			மேல் பக்க அளவிடு			வேறுபாடு (2r)	ஆரம் r
	மு. கோ. அ.	வெ. அ.	மொத்தம்	மு. கோ. அ.	வெ அ.	மொத்தம்		
கிடைக்கம்பி								
						சராசரி =		

11. பரப்பு இழுவிசை—முறுக்குத் தராசு முறை

நோக்கம்

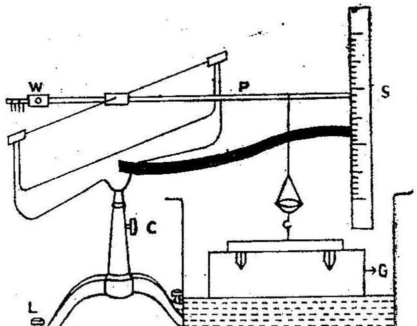
சேர்லின் (Searle's torsion balance) முறுக்குத் தராசைப் பயன்படுத்தி ஒரு திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசைக் காணல்.

கருவிகள்

சேர்லின் முறுக்குத் தராசு, கண்ணடித் தொட்டி, மெல்லிய செவ்வகக் கண்ணடித் தகடு, எடைப் பெட்டி, வெர்னியர் அளவி, திருகு அளவி முதலியன.

விளக்கம்

சேர்லின் முறுக்குத் தராசு படம் 17 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. ஒரு கனமான மூன்று கால்களையுடைய தாங்கியின் மீது 'U' வடிவச் சட்டம் பொருத்தப் பட்டுள்து. இந்தச் சட்டத்தை வேண்டும் அளவிற்கு உயர்த்தவோ தாழ்த்தவோ, அல்லது பக்கவாட்டில் திருப்பவோ C-என்னும் திருகு உள்ளது. 'U' வடிவச் சட்டத்தில் ஒரு எஃகு கம்பி கிடையாகக் குறுக்காக இழுத்துக் கட்டப்பட்டுள்ளது. கம்பியின் நடுவில் மெல்லிய குறுகிய எஃகுத் தகடு-P, கம்பிக்கு செங்குத்தாகவும்



படம் 17

கிடையாகவும் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. எஃகுத் தகட்டின் ஒரு முனை ஒரு நிலைக்குத்து அளவுகோல் S-ன் மேல் நகருகின்றது. இந்தக் கூரான முனைக்குச் சற்று உள் தள்ளி ஒரு தராசுத் தட்டு தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இந்த தகட்டின் கீழே ஒரு கொக்கி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த கொக்கியில் ஒரு உலோகச் சட்டம் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது. இவ்வுலோகச் சட்டத்தில் செவ்வக வடிவமான கண்ணாடித் தகடு. G, அதன் அடிபாகம் கிடையாக இருக்கும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

எஃகுத் தகட்டின் மறுமுனையில் நகரும் எடைக்கல்-W ஒரு திருகினால் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இதனைத் திருகின் உதவியால் நகர்த்தி, சரியான நிலையில் வைத்து எஃகுத் தகட்டைக் கிடையாக இருக்கும்படிச் செய்யலாம். இந்த அமைப்பை வேண்டிய வகையில் சாய்க்கத் தாங்கியின் ஒரு காலில் உள்ள L-எனும் சற்று நீண்ட திருகு பயன்படுகின்றது.

செய்முறை

மெல்லிய செவ்வகக் கண்ணாடித் தகடு ஒன்றை, தராசுத் தட்டின் கீழ் தொங்க விடப்பட்டுள்ள உலோகச் சட்டத்தில் பொருத்த வேண்டும். இப்பொழுது எஃகுத் தகடு கிடையாக இருக்குமாறு நகரும் எடையைச் சரி செய்யவேண்டும்.

பின்னர் பரப்பு இழுவிசை காணவேண்டிய திரவம் நிரம்பிய கண்ணாடித் தொட்டியைத் தொங்கும் கண்ணாடித் தகட்டின் கீழே வைக்க வேண்டும். தகடு திரவ மட்டத்திற்கு மேலே இருந்தால் L-யை கீழ் நோக்கித் திருகி, U-வடிவச் சட்டத்தைச் சாய்த்து கண்ணாடித் தகட்டின் அடி திரவத்தின் மேற்பரப்பைச் சற்றே தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படிச் செய்யவேண்டும். இந்நிலையில் கண்ணாடித் தகடு திரவத்தினுள் தள்ளப்படும். இப்பொழுது L-யை மேல் நோக்கித் திருகி, கண்ணாடித் தகடு பொருத்தப்பட்டுள்ள உலோகச் சட்டம் மெதுவாக மேல் எழுந்து, திரவமட்டத்தின் இழுப்பிலிருந்து விடுபடும்படியாகச் செய்யவேண்டும். விடுபடுகின்ற பொழுது எஃகுத் தகட்டின் கூரானமுனை அளவுகோலில் காட்டும் அளவினைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். ஆய்வினை இரண்டு அல்லது மூன்றுமுறை செய்து சராசரி அளவினைக் காணவேண்டும்.

திரவம் உள்ள கணணாடித் தொட்டியை அகற்றவேண்டும். கண்ணாடித் தகட்டில் ஒட்டியுள்ள திரவத் துளிகளையும் உறிஞ்சும் தாளால் ஒற்றி எடுத்து விடவேண்டும். பின்னர் குறித்துக் கொண்ட அளவினுக்குச் சரியாக கூரான முனை கீழ் நோக்கி நகரும்

வரை, தராசுத் தட்டில் எடைகளைச் சிறிது சிறிதாகப் போட வேண்டும். இந்த எடையைத் துல்லியமாகக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் (m).

கண்ணாடித் தகட்டின் நீளத்தை (l) வெர்னியர் அளவியின் மூலமும், தடிப்பை (t) திருகு அளவியின் மூலமும் காணவேண்டும்.

(i) நீளத்தை அளத்தல்

வெர்னியரின் அதம அளவு =

சுழியத் திருத்தம் =

எண்	மூலக்கோல் அளவு (M)	இணையும் வெர்னியர் பிரிவு (V)	பதிவு அளவு [M+V=C]	துல்லிய நீளம் (l)
1				
2				
3				

சராசரி நீளம் = செ.மீ.

(ii) தடிப்பை அளத்தல் :

திருகு அளவியின் அதம அளவு (c) =

சுழியத் திருத்தம் =

எண்	புரியிடைக் கோல் அளவு P	இணையும் தலைக்கோல் அளவு (H)	பதிவு அளவு (P + HC)	துல்லிய தடிப்பு (t)
1				
2				
3				

சராசரி தடிப்பு = செ.மீ.

கணக்கீடு

கண்ணாடித் தகடு விடுபடும்பொழுது எஃகுத் தகட்டின் முனை காட்டிய அளவீடு	(i) (ii) (iii)	

சராசரி =

சராசரி அளவீட்டிற்கு எஃகுத் தகட்டினைத் தாழ்த்த தட்டில் இட்ட எடை $= m =$ கிராம்.

கண்ணாடித் தகட்டின் நீளம் $= l =$ செ. மீ.

கண்ணாடித் தகட்டின் தடிப்பு $= t =$ செ. மீ.

∴ தகட்டினைத் திரவம் கீழ் நோக்கி இழுக்கும் இழுவிசை $2\,(l + t)\,T \cos\theta$

தண்ணீர் $= \theta = 0$

எடைமட்டும் தட்டில் இருக்கும்பொழுது, ஈர்ப்பு விசை $= m.g$

எஃகுத் தகடு இரு நிலைகளிலும் அளவுகோலில் சம அளவினுக்குத் தாழ்த்தப்பட்டிருந்தமையால், ஈர்ப்பு விசையும், திரவம் கீழ் நோக்கி இழுத்த விசையும், சமமாக இருக்கும்.

எனவே,

$$2\,(l + t)\,T = m.g.$$

அல்லது,

$$T = \frac{m.g.}{2\,(l + t)}$$

கண்டுபிடித்த அளவுகளைச் சமன்பாட்டில் நிரப்பி, பரப்பு இழுவிசை T-யைக் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

திரவத்தின் பரப்பு இழுவிசை = டைன்ஸ்/செ.மீ.

12 பரப்பு இழுவிசை—துளி எடை முறை

நோக்கம்

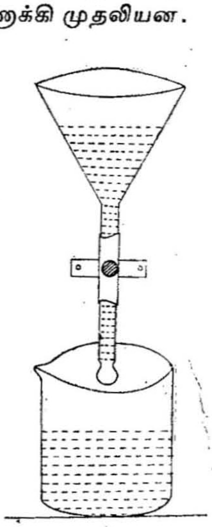
துளி எடை முறையால் (Drop weight method) (i) நீரின் பரப்பு இழுவிசை, (ii) எண்ணெயின் பரப்பு இழுவிசை (iii) எண்ணெயில் நீரின் முகவிடைப் பரப்பு இழுவிசை ஆகியவைகளைக் காணல்.

கருவிகள்

பெரிய புனல் (Funnel) அல்லது பியூரெட், தூய குறுகிய குழாய், முனையில் மெழுகு தடவிய குறுகிய குழாய், நீருள்ள குவளை, எண்ணெய் உள்ள குவளை, ஒரு உலர்ந்த தூய சிறிய குவளை ஹேரின் ஆய்கருவி, வெர்னியர் நுண்ணோக்கி முதலியன.

செய்முறை

(1) **நீரின் பரப்பு இழுவிசை** பெரிய புனல் அல்லது பியூரெட்டின் அடிப்பாகத்தில் ஒரு ரப்பர் குழாயை இணைக்க வேண்டும். ரப்பர் குழாயின் மறு முனையுடன் 3 அல்லது 4 மீ.மி. விட்டமுள்ள தூய கண்ணாடிக் குழாய் ஒன்றை இணைக்கவேண்டும். ரப்பர் குழாயில் ஒரு திருகு இறுக்கியைப் (Screw clamp) பொருத்த வேண்டும். இந்த அமைப்புகள் படம் 18-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.



படம்-18

நீரைப் புனலில் ஊற்றவேண்டும். பின்னர் திருகு இறுக்கியைச் சரி செய்து, குறுகிய குழாயின் வழியாக நீர் இறங்கி துளி துளியாக விழும்படி செய்யவேண்டும். துளிகள் முழுக் கோள உருவாகி, மெதுவாக, ஒரு நிமிடத்திற்கு ஏறக்குறைய 5 துளிகள் என்ற முறையில் குழாய் முனையிலிருந்து விடுபட்டு குவளையில் விழ, திருகு இறுக்கியைச் சரி செய்தல்வேண்டும்.

சிறிய கண்ணாடிக் குவளை ஒன்றின் எடையைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் (W_1) குவளையைப் புனலுக்குக் கீழே வைத்து, நீர்த்துளிகள் அதில் ஒன்றன் பின் ஒன்றாக விழும்படி செய்ய வேண்டும். குவளையில் திரளும் நீர்த்துளிகளைக் கவனமாக எண்ணிக் கொள்ளவேண்டும்.

ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கை (எடுத்துக் காட்டாக 50, 100, 150) துளிகளைக் குவளையில் திரட்டவேண்டும். இப்பொழுது நீர்த் துளிகளுடன் குவளையின் எடையை மீண்டும் காணவேண்டும் (w_2). இந்த இரண்டு எடைகளிலிருந்து திரட்டப்பட்ட மொத்த துளி களின் எடை ($w_2 - w_1$) - யைக் கணக்கிடவேண்டும். இதனின்று ஒரு துளி நீரின் எடையைக் கணக்கிட வேண்டும். ஆய்வை வேறு எண்ணிக்கைக் கொண்ட துளிகளைத் திரட்டி செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் துளியின் எடையைக் கணக்கிட்டு, பின்னர் ஒரு துளியின் சராசரி எடையைக் கணக்கிட வேண்டும் (m_1)

அட்டவணை

திரவம்	குழாய்	துளிகளின் எண்ணிக்கை	குவளை + துளிகளின் எடை (W_2)	துளிகளின் எடை மட்டும் (W_2-W_1)	ஒரு துளியின் எடை (m)
நீர்	தூயக் குழாய்	i) 50	—	—	—
		ii) 100	--	—	—
		iii) 150	—	—	—
				சராசரி m_1 =	
நீர்	மெழுகு தடவிய குழாய்	i) 50	—	—	—
		ii) 100	—	—	—
		iii) 150	—	—	—
				சராசரி m_2 =	

பின்னர் மெழுகிட்ட குறுகிய குழாயைப் புனலின் அடிப்பாகத்தில் பொருத்தி ஆய்வினை மீண்டும் செய்யவேண்டும். அளவுகளைக் கீழே கொடுக்கப்பட்டுள்ள அட்டவணையில் நிரப்ப வேண்டும். இம் முறையில் கிடைத்த துளியின் எடையை m_2 - எனக் கொள்வோம்.

காலி கண்ணாடிக் குவளையின் எடை $= w_1 =$

பின்னர் திருகு அளவியைப் பயன்படுத்தி தூய குறுகிய குழாயின் வெளி ஆரத்தை (External radius) க்காண வேண்டும். வெர்னியர் நுண்ணோக்கியின் மூலம் மெழுகிடப்பட்ட குறுகிய குழாயின் உள் ஆரத்தைக் காணவேண்டும்.

(1) தூயக் குழாயின் வெளி ஆரம் : (r^1)

திருகு அளவியின் அதம அளவு (c) =

சுழியத் திருத்தம் =

எண்.	புரியிடைக் கோல் அளவு P	இணையும் தலைக்கோல் அளவு (H)	பதிவு அளவு [P+HC]	குழாயின் விட்டம் $(2r)$	ஆரம் (r_1)
1					
2					
3					
				சராசரி =	செ.மீ.

கணக்கீடு

ஈர்ப்பு முடுக்கம் $= g =$ செ. மீ. / (நொடி)$_2$.

தூயக்குழாய் ஆய்வில் சராசரி துளியின் எடை $= m_1 =$ கிராம்

தூயக் குழாயின் வெளி ஆரம் $= r_1 =$ செ.மீ.

எனவே

நீரின் பரப்பு இழுவிசை $= T_1 = \frac{m_1 g}{3.8 r_1}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

மெழுகுதடவிய குழாய் ஆய்வில் துளியின் சராசரி எடை $\} = m_2 =$ கிராம்

மெழுகு தடவிய குழாயின் உள் ஆரம் $= r_2 =$ செ.மீ.

எனவே நீரின் பரப்பு இழுவிசை $= T_2 = \frac{m_2 g}{3.8 r_2}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

(2) மெழுகிட்ட குழாயின் உள் ஆரம் (r_2)

நுண்ணோக்கியின் வெர்னியரின் அதம அளவு =

குறுக்குக்கம்பி	வலது பக்க அளவீடு			இடதுபக்க அளவீடு			வேறுபாடு ($2r_2$)	ஆரம் r(2)
	மு. கோ. அ	வெ. அ.	மொத்தம்	மு. கோ. அ	வெ. அ.	மொத்தம்		
குத்து (Vertical)								
	கீழ்பக்க அளவீடு			மேல் பக்க அளவீடு			வேறுபாடு ($2r_2$)	ஆரம் (r_2)
	மு. கோ. அ	வெ. அ	மொத்தம்	மு. கோ. அ	வெ. அ.	மொத்தம்		
கிடை (Horizontal)								

சராசரி (r_2) = செமீ.

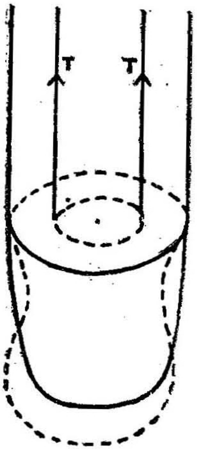
இரண்டு முறைகளிலும் கிடைத்த இழுவிசைகள் T_1, T_2 இரண்டும் சம அளவு இருக்க வேண்டும். இல்லாவிடில் அவற்றின் சராசரி T-யைக் கணக்கிட்டால் $\left[T = \frac{T_1 + T_2}{2} \right]$ அதுவே நீரின் பசப்பு இழுவிசையாகும்.

எனவே நீரின் சராசரி பரப்பு இழுவிசை $= T = \frac{T_1 + T_2}{2}$

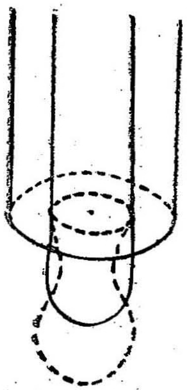
= டைன்ஸ்/செ. மீ.

குறிப்பு

[தூயக் குழாயை உபயோகித்தால் கோளத்துளியின் ஆரம் குழாயின் வெளி ஆரத்தையும், (படம் 19), மெழுகிட்ட குழாயை உபயோகித்தால் கோளத்துளியின் ஆரம், கோளத்துளியின் உள் ஆரத்தினையும் கொண்டு உருவாகும் (படம் 20). எனவே உப



படம்-19



படம்-20

யோகப் படுத்தும் குழாயின் தன்மையைப் பொறுத்து வெளி ஆரத்தையோ, உள் ஆரத்தையோ சமன் பாட்டில் இடல் வேண்டும். பெரும்பாலும் தூயக் குழாயினைப் பயன்படுத்தலே சிறந்தது ஆகும்.]

2. எண்ணெயின் பரப்பு இழுவிசை

முன் ஆய்வில் நீருக்குப் பதிலாகக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள எண்ணெய்யைப் புனலில் எடுத்துக் கொண்டு ஆய்வினை மீண்டும்

அதே முறையில் செய்யவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணையில் நிரப்பவேண்டும்.

காலி கண்ணாடிக்குவளையின் எடை $= w_1 =$ கிராம்.

திரவம்	குழாய்	துளிகளின் எண்ணிக்கை	குவளை + துளிகளின் எடை (w_2)	துளிகளின் எடை மட்டும் (W_2-W_1)	ஒரு துளியின் எடை (m_1)
எண்ணெய்	தூயக் குழாய்	1) 50			
		2) 100			
		3) 150			
				சராசரி $= m_1 =$	
எண்ணெய்	மெழுகிட்ட குழாய்	1) 50			
		2) 100			
		3) 150			
				சராசரி $= m_1 =$	

எண்ணெயின் பரப்பு இழுவிசை (தூயக் குழாயின் மூலம்) $\Big\} = T_1 = \dfrac{m_1\ g}{3.8\ r_1}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

எண்ணெயின் பரப்பு இழுவிசை (மெழுகிட்ட குழாயின் மூலம்) $\Big\} = T_2 = \dfrac{m_2\ g}{3.8\ r_2}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

எனவே,

எண்ணெயின் சராசரி பரப்பு இழுவிசை $= \dfrac{T_1 + T}{2}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

3. எண்ணெயில் நீரின் முகவிடைப் பரப்பு இழுவிசை

புனலையும் குறுகிய குழாய்களையும் தூய்மைப்படுத்தி உலர்த்த வேண்டும். நீரையும் எடுத்துக் கொண்ட எண்ணெயையும் ஒப்பிட்டு இரண்டில் அடர்த்திக் குறைந்தது எது என்று காண வேண்டும். அடர்த்திக் குறைந்தது எண்ணெயாகில் அதனைக் கண்ணாடிக் குவளையில் எடுத்துக்கொண்டு குவளையுடன் அதன் எடையைக் காணவேண்டும்(w_1).

பெரிய புனலின் அடிபாகத்தில் ஒரு ரப்பர் குழாயை இணைக்கவேண்டும். ரப்பர் குழாயின் மறுமுனையுடன் 3 அல்லது 4 மி.மீ. குறுக்களவுள்ள குறுகிய தூயக் குழாயினை இணைக்க வேண்டும். ரப்பர் குழாயின் மீது ஒரு திருகு இறுக்கியைப் பொருத்தவேண்டும். அடர்த்தி மிகுதியானதாகிய நீரைப் புனலில் எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். குறுகிய குழாயின் அடிப்பகுதி எண்ணெயின் உள் இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும்.

திருகு இறுக்கியைச் சிறிது தளர்த்திவிட, நீர் கோள வடிவத் துளிகளாக எண்ணெயில் விழுந்து குவளையின் அடியில் திரளும். முன்போலவே குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள (எடுத்துக்காட்டாக 50, 100, 150) துளிகளைத் திரட்டவேண்டும். ஒவ்வொரு முறையும் குவளையின் எடையை எண்ணெயுடனும் நீர்த்துளிகளுடனும் காணவேண்டும் (w_2). எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி ஒரு துளியின் சராசரி எடை (m) யைக் காணலாம்.

ஹேரின் கருவியைப் பயன்படுத்தி எண்ணெயின் ஒப்பு அடர்த்தியைக் காணவேண்டும்.

தூயக் குழாயின் உள் ஆரத்தை (r) வெர்னியர் நுண்ணோக்கியினைக்கொண்டு அளக்கவேண்டும்.

எண்.	துளிகளின் எண்ணிக்கை	குவளை + எண்ணெய் எடை (w_1)	குவளை + எண்ணெய் + நீர்த்துளிகள் எடை (w_2)	துளிகளின் எடை மட்டும்	ஒரு துளியின் எடை (m)
1	50				
2	100				
3	150				
				சராசரி = m =	

கணக்கீடு

எண்ணெயின் சராசரி அடர்த்தி $= \sigma =$ கிராம்/க. செ.மீ.

நீரின் அடர்த்தி $= a = 1$

தூயக் குழாயின் உள் ஆரம் $= r =$ செ.மீ.

எண்ணெயில் ஒரு துளி நீரின் சராசரி எடை $= m =$ கிராம்.

∴ எண்ணெயில் ஒரு துளி நீரின் தோற்ற எடை $= m.g. \left(1 - \frac{\sigma}{d}\right)$

இந்தத் தோற்ற எடை $(3.8\, r_1 \times T)$-க்குச் சமம்.

ஆகையால், $m.g. \left(1 - \frac{a}{d}\right) = 3.8\, r \times T.$

எனவே, எண்ணெயில் நீரின் முகவிடைப் பரப்பு விசை $= T = \frac{m.\, g.\, (1-\sigma)}{(3.8.r_1\ \ d)}$

$=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

முடிவு

(1) நீரின் சராசரி பரப்பு இழுவிசை $=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

(2) எண்ணெயின் சராசரி பரப்பு இழுவிசை $=$ டைன்ஸ்/செ.மீ.

(3) எண்ணெயில் நீரின் முகவிடைப் பரப்பு இழுவிசை $=$ டைன்ஸ்செ/ச.மீ.

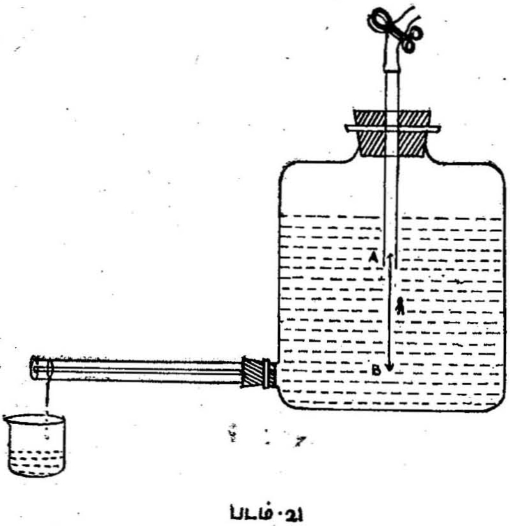
13. திரவங்களின் பாகு நிலை

நோக்கம்

ஒரு திரவத்தின் பாகுநிலை எண்ணை நுண்குழாய் (coefficient of viscosils of a liquid). ஓட்ட (capiliary flow) முறைப்படி காணல்.

கருவிகள்

ஒரு ஆசுபிரேட்டர் சீசா (aspirator bottle). அல்லது பியூரெட் சுமார் 30 செ.மீ நீளமுள்ள நுண்புழைக் குழாய், நிறுத்து மணிப் பொறி, ஹேறின் கருவி முதலியன.



படம்·21

1. ஆசுபிரேட்டர் சீசா முறை :

விளக்கம்

ஆசுபிரேட்டர் அமைப்பு படம் 21 இல் காட்டப்பட்டுள்ளது. இது இரண்டு அல்லது மூன்று லிட்டர் கொள்ளளவு உள்ள பெரிய

கண்ணுடி சீசாவினுல் ஆனது. இந்த சீசாவின் கீழ் பக்கவாட்டில் ஒரு வெளிவாய் (outlet) உள்ளது. இவ்வாய் ஒருதுளை ரப்பர் அடைப்பானுல் மூடப்பட்டுள்ளது. இத்துளையில் சுமார் 30 செ.மீ. நீளமுள்ள நுண் குழாய் கிடக்கை நிலையில் செருகப்பட்டுள்ளது. சீசாவின் மேல் புறத்தில் ஒரு பெரிய வாய் உள்ளது. இதுவும் ஒரு துளையுள்ள ரப்பர் அடைப்பானுல் இறுக்கி மூடப்பட்டுள்ளது. இத்துளையில் ஒரு கண்ணுடிக் குழாய் செங்குத்தாகச் செருகப்பட்டுள்ளது. இக்குழாயின் ஒரு முனை நீருக்குள்ளிருக்குமாறு வைக்கப்பட்டுள்ளது. மறுமுனையில் ஒரு ரப்பர் குழாய் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த ரப்பர் குழாயில் ஒரு கிள்ளுப்பிடிப்பி (pinch cock) உள்ளது. இதன் உதவியால் குழாயை வேண்டும்பொழுது மூடவோ, திறக்கவோ இயலும்.

நுண்குழாயின் நுனியில் ஒரு மெல்லிய நூல் கட்டித் தொங்க விடப்பட்டுள்ளது. இதனுல் திரவம் வெளியில் சிதருமல், ஒரே சீராகக் குவளையில் விழும்.

செய்முறை

பாகுநிலை காணவேண்டிய திரவத்தால் ஆசுபிரேட்டர் சீசாவை நிரப்பவேண்டும். நுண்குழாயை முன்கண்டபடி இணைக்கவேண்டும். பிடிப்பியைத் தளர்த்தி திரவம் நுண்குழாய் வழியாக வடியும்படி செய்யவேண்டும். திரவமட்டம் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு இருக்கையில், எடை கண்டறியப்பட்ட காலிக் கண்ணுடிக் குவளை ஒன்றை வடியும் திரவத்திற்கு அடியில் வைக்கவேண்டும். கூடவே மணிப்பொறியை இயக்கவேண்டும். திரவம் குவளையில் வடியும். குறிப்பிட்ட கன அளவு திரவத்தைத் திரட்டவேண்டும். பின்னர் குவளையை நீக்கிவிட்டு உடனே நிறுத்து மணிப்பொறியையும் நிறுத்திவிடவேண்டும். திரவம் வடிவதையும் பிடிப்பியை (clip) அழுத்தி நிறுத்திவிடவேண்டும். திரவத்துடன் குவளையின் எடையைக் கண்டு அதிலிருந்து குவளையில் வீழ்ந்த திரவத்தின் எடை மட்டும் அறியலாம் (m). இந்த அளவு திரவம் நுண்குழாயின் வழியாக ஓடுவதற்குரிய காலத்தை நிறுத்து மணிப்பொறியின் மூலம் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

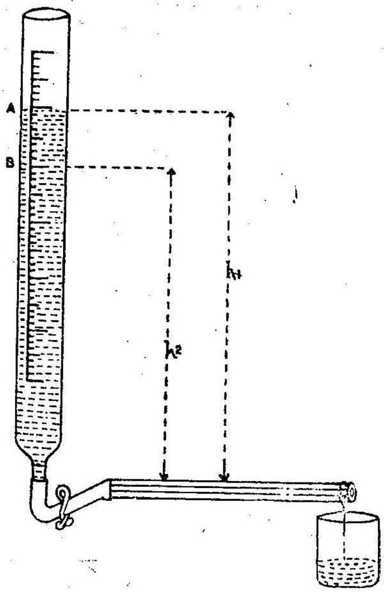
ஆய்வினை வெவ்வேறு கன அளவான திரவத்தை வடியவிட்டு மீண்டும் பலமுறை செய்யவேண்டும். இதற்காக ஆசுபிரேட்டர் சீசாவினுள் உள்ள கண்ணுடிக் குழலின் அடிமட்டத்தைக்

குறைத்தோ அல்லது கூட்டியோ செய்யவேண்டும். இப்பொழுது அழுத்த உயரம் AB-(*h*) (படம் 22) ஆகும்.

ஹேரின் ஆய் கருவியைப் பயன்படுத்தி திரவத்தின் அடர்த்தியை (*d*) கண்டறிய வேண்டும். நுண் குழாயின் நீளத்தை (*l*) யும் அளக்க வேண்டும்.

நுண்குழாயின் ஆரத்தை (*a*) நுண்ணோக்கியினைப் பயன்படுத்திக் காணவேண்டும்.

எடுத்த அளவுகளைக் கொண்டு திரவத்தின் பாகு நிலை எண்ணைக் கணக்கிட வேண்டும்.



படம் 22

முடிவு

திரவத்தின் பாகுநிலை எண் = டைன்ஸ்/ச. செ.மீ.

கொள்கை

பாய்ச்சுலின் (Poiseulle's) சமன்பாட்டின்படி நுண் குழாயின் வழியாக வடிந்த திரவத்தின் கன அளவு,

$$V = \frac{\pi p a^4 t}{8 l n}$$

இங்கு, *p*-நுண்குழாயின் இரண்டு முனைகளுக்கும் இடையில் உள்ள அழுத்த வேறுபாடு, *a*-நுண்குழாயின் ஆரம், *l*-நுண் குழாயின் நீளம், *t*—திரவம் வடிந்த காலம், *n*—திரவத்தின் பாகு நிலை எண். தலை அழுத்த உயரம் *h*—எனில், $p = h\ d\ g$ ஆகும். இங்கு *d*—திரவத்தின் அடர்த்தி, *g*—ஈர்ப்பு முடுக்கம்.

$$\text{எனவே,} \quad \frac{m}{d} = \frac{\pi (h g d) a^4 t}{8 l n}$$

$$\text{அல்லது} \quad \eta = \left(\frac{\pi d^2 a^4 g}{8 l}\right) . \frac{h t}{m} .$$

காட்சிப் பதிவும் கணக்கீடும்

காலிக் குவளையின் எடை $= M_1 =$ கிராம்கள்.

எண்.	அழுத்த உயரம் h செ.மீ	திரவம் வடிந்த காலம் t(விநாடிகள்)	திரவத்துடன் குவளையின் எடை m_2 கி.	திரவத்தின் எடை m $(m_2 m_1)$	$\frac{h\,t}{m}$
1	5	56			
2	10	1.8			
3	15	[illegible].25			
4					
5					
					சராசரி =

நுண் குழாயின் நீளம் $= l =$ செ. மீ.

நுண் குழாயின் ஆரம் $= a =$ செ.மீ.

திரவத்தின் அடர்த்தி $= d =$ கிராம்/க. செ.மீ.

ஈர்ப்பு முடுக்கம் $= g =$ செ.மீ./(விநாடி)^2

இப்பொழுது அட்டவணையின் கடைசிக் கட்டத்தில் உள்ள சராசரி அளவை, இந்த அளவுகளுடன் சமன்பாட்டில் நிரப்பிப் பாகுநிலையைக் (n) காணவேண்டும்.

$$\therefore \text{பாகுநிலை} \ (\eta) = \frac{\pi d^2 a^4 g}{8\,l} \times \frac{h\,t}{m}$$

$$= \qquad \text{டைன்ஸ்/ச. செ.மீ.}$$

2. பியூரெட் முறை

விளக்கமும் செய்முறையும்

ஒரு கண்ணடி பியூரெட் செங்குத்தாக தாங்கியில் அமைக்கப்பட்டுள்ளது. பியூரெட்டின் வெளியே, 0.5 cc, 10 cc, 15 cc —என்ற குறியீடுகள் காணப்படுகின்றன. ஒரு சிறு ரப்பர் குழாய் மூலம்

ஒரு நுண் குழாய் பியூரெட்டுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. நுண் குழாய் கிடைக்கை நிலையில் அமைக்கப்படவேண்டும். மேலும் ரப்பர் குழாயில் ஒரு கிள்ளு பிடிப்பு பொருத்தப்பட்டு, குழாய் மூடப்பட்டுள்ளது பியூரெட்டினுள், பாகு நிலை காண வேண்டிய திரவத்தினை ஊற்றி, காற்று குமிழிகளின்றி பியூரெட்டை நிரப்ப வேண்டும். கிள்ளுப்பிடிப்பைத் தளர்த்தி, திரவம் நுண் குழாய் வழியாகத் தடையின்றிப் பாய்ந்து, மறு முனையில் வடியவிடவேண்டும். திரவ ஓட்டம் ஒரே சீராகவும் மெதுவாகவும் அமையவேண்டும். இதற்காக ஒரு சிறு நூலை நுண் குழாயின் முனையில் கட்டி நூலைத் தொங்கவிடவேண்டும். பியூரெட்டை மீண்டும் திரவத்தால் நிரப்பி, திரவமட்டம் 0. cc. குறியீட்டை நெருங்கியவுடன் நிறுத்து மணிப்பொறியை இயக்கவேண்டும். நுண்குழாயின் முனையின் கீழ், ஒரு கண்ணாடிக் குவளையை வைத்தால், திரவம் நூல் வழியாகக் குவளையினுள் வடியும் திரவ மட்டம் 5cc, 10cc, 15cc, 20cc, 25cc, 30cc, 35cc, 40cc முதலிய குறியீட்டுக்களை நெருங்கியவுடன், நிறுத்து மணிப்பொறியின் கால அளவீடுகளைத் தொடர்ந்து கவனமாக, தாமதமின்றிக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

கிடைநிலையில் உள்ள நுண்குழாய்க்கும் மேசை தளத்திலிருந்து இடையே உள்ள செங்குத்து உயரத்தை (H) அளக்கவேண்டும். ஒவ்வொரு குறியீடும் மேசைத் தளத்திலிருந்து அமைந்துள்ள செங்குத்து உயரத்தையும் அளக்கவேண்டும். மேல்மட்ட குறியீட்டின் உயரம் H_1 எனவும், கீழ்மட்ட குறியீட்டின் உயரம் H_2 என்றால், திரவத்தின் அழுத்த உயரம் $\left(\frac{H_1 + H_2}{2}\right) - H = h$

எனக் கணக்கிடலாம்.

திரவத்தின் அடர்த்தியை (d) ஹேரின் கருவியால் கண்டறிந்து நுண்குழாயின் நீளத்தை (l) அளந்து, நுண்குழாயின் உள் விட்டத்தை (a) நுண்ணோக்கி மூலம் கண்டறிந்து) திரவத்தின் பாகு நிலை எண்ணைக் கணக்கிடலாம். மேல் குறியீட்டிலிருந்து கீழ் குறியீட்டிற்குத் திரவம் இறங்கி, நுண் குழாயின் வழியாகப் பாய்வதற்குரிய காலம் t வினாடிகள் என்போம். பியூரெட்டைப் பயன்படுத்துவதால், இரு குறியீட்டுகளுக்கிடையே உள்ள திரவத்தின் கொள்ளளவை (V) எளிதாக அறிவோம். ஆகவே பாய்ச்சுலின் (Poissculle's) கொள்கைப்படி.

$$\frac{V}{t} = \frac{\pi h d g a^4}{8 l \eta}$$

வரிசை எண்.	பியூரெட் குறியீடுகள் cc	உயரம் H செ.மீ.	$\frac{H_1 + H_2}{2}$	$h = \frac{H_1+H_2}{2} - H$	கால் குறியீடுகள் நிமி. செ.	$V = 1,s$ cc கால அளவு t விஞடி	*ht*
1	0						
2	5						
3	10						
4	15						
5	20						
6	25						
7	30						
8	35						
						சராசரி	

பாகுநிலை எண் $\eta = \frac{\pi h d g a^4}{8 l} \cdot \frac{t}{V}$

$$= \frac{\pi d g a^4}{8 l V} \cdot (h t)$$

முடிவு

திரவத்தின் பாகுநிலை எண் =

கிடைநிலை நுண்குழாயின் மேசை தளத்திலிருந்து உயரம் H பியூரெட் குறியீடுகளின், மேசை தளத்திலிருந்து உயரம் (H_1, H_2)

திரவ அழுத்த உயரம் $h = \frac{H_1 + H^8}{2} - H.$

நுண் குழாயின் நீளம் (l) = செ.மீ.

நுண் குழாயின் உள் விட்டம் $(2a)$ = செ.மீ; ஆரம் (a) = செ.மீ.

திரவத்தின் அடர்த்தி (d) = கி/க. செ.மீ.

ஈர்ப்பு முடுக்கம் (g) = செ.மீ./ விநாடி

$h\ t$ சராசரி மதிப்பு =

பாகு நிலை எண் η $= \frac{\pi d g a^4}{8 l v} = (ht)$

14. திரவங்களின் பாகுநிலை எண் ஒப்பீடு

நோக்கம்

நுண் குழாய் ஓட்ட முறைப்படி இரண்டு திரவங்களின் (நீர், மண்ணெண்ணெய்) பாகுநிலை எண்களை ஒப்பிடுதல்.

கருவிகள்

அளவிடப்பட்ட பியூரெட், சுமார் 25 செ.மீ. நீளமுள்ள நுண் புழை குழாய், நிறுத்து மணிப்பொறி, ஹேரின் ஆய்கருவி முதலியன.

செய்முறை

அளவிடப்பட்ட பியூரெட்டை தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்த வேண்டும். நுண்புழை குழாயை ஒரு சிறு ரப்பர் குழாயினால் பியூரெட்டின் அடியில் இணைக்கவேண்டும் (படம் 22). ரப்பர் குழாயில் ஒரு கிள்ளு பிடிப்பியை (pinch cock) பொருத்த வேண்டும். நுண்குழாய் கிடக்கை நிலையில் இருக்கும்படி சரி செய்ய வேண்டும்.

பின்னர் பியூரெட்டைக் காற்றுக் குமிழ்கள் இல்லாமல் நீரால் நிரப்பவேண்டும். நுண்குழாய்க்கு மேல் பியூரெட்டின் சுழிய அளவீடு இருக்கும் உயரத்தை அளந்து காணவேண்டும் (*h*). பியூரெட்டின் சுழிய அளவுக்கு (o.cc mark) மேல் நீர் இருக்கும்படி பார்த்துக்கொள்ள வேண்டும். கிள்ளு பிடிப்பியை முழுவதும் தளர்த்தி நுண்குழாயில் நீர் மெதுவாக வடியும்படி செய்யவேண்டும், பியூரெட்டில் நீர் மட்டம் சுழிய அளவை (o—cc mark) அடைந்ததும் நிறுத்து மணிப்பொறியை இயக்கவேண்டும், நீர் மட்டம் பியூரெட்டில் 5, 10, 15, 20, 25, 30......க. செ. மீ அளவீடுகளுக்கு எதிராக காணப்படும்போதெல்லாம் நிறுத்து மணிப்

15. நீட்சிப் பெருக்கம்

நோக்கம்

ஒளியியல் நெம்புகோல் (optic lever) மூலம் தண்டு வடிவமுடைய திடப்பொருளின் நீட்சிப் பெருக்க எண்ணை (Coefficient of linear expansion of solid) காணல்.

கருவிகள்

நீட்சிப் பெருக்கக் கருவி, தனித்த ஒளியியல் நெம்பு கோல் (single optic lever), தொலை நோக்கி, அளவு கோல், நீராவி கொதிகலன் முதலியன.

விளக்கம்

ஏறத்தாழ ஒரு மீட்டர் நீளமுள்ள ஓர் உலோகத் தண்டு ஓர் உலோகக் குழாயின் நடுவே வைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இக்குழாயில் நீராவி உட்செல்லவும் வெளிச்செல்லவும் வழிகள் உள்ளன. இத்துடன் வெப்பநிலைமானி ஒன்றைச் செருகவும் இயலும். குழாயின் அடிப்பாகம் ஒரு மரத்தளத்தில் உறுதியாகப் பொருத்தப்பட்டிருக்கின்றது. இதனால் உலோகத் தண்டு கீழாக விரிவடைய இயலாது. உலோகத் தண்டின் மேல் நுனி குழாயின் மேற்புறத்தில் உள்ள அடைப்பானினூடே நீட்டிக் கொண்டிருக்கின்றது. இந்த நுனியின் மீது தனித்த ஒளியியல் நெம்புகோலின் முன்னங்கால் இருக்கும்படி அமைக்கப்பட்டுள்ளது. மற்ற இரு பின்னங்கால்களும் குழாயினுடன் இணைந்துள்ள வேறொரு தாங்கியின் மீது வைக்கப்பட்டுள்ளன.

ஒளியியல் நெம்பு கோலின் ஆடிக்கு முன்னால் தோராயமாக ஒரு மீட்டர் தூரத்தில் ஓர் அளவுச் சட்டமும் தொலை நோக்கியும்

சோனமானி கம்பிகளில் ஒன்றைத் தேவையான பளு (3 அல்லது 4 கிலோ)-வால் இழுத்து விறைப்பாக்கவேண்டும். கவிழ்ந்த V வடிவுடைய கனமில்லாத காகித ஏறி (Paper rider) ஒன்றை இக்கம்பியின் மீது வைக்கவேண்டும். தெரிந்த அதிர்வெண் (எடுத்துக்காட்டாக 256) உடைய ஓர் இசைக்கவையை ஒரு ரப்பர் சுத்தியால் (hammer) மெதுவாகத் தட்டி அதிரச் செய்து அதன் அடி சோனமானிப் பெட்டியின் மீது இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். இதனால் விறைப்பான கம்பி அதிரும். இப்பொழுது சோனமானி மீதுள்ள நகரும் பட்டகப்பாலத்தை நகர்த்திக் கொண்டே வந்தால் காகித ஏறி துடிக்கத் துவங்கும். ஒரு நிலையில் துடிப்பு அதிகமாகிக் காகித ஏறி தூக்கி எறியப்படும். இந்தநிலையில் இசைக்கவையின் அதிர்வெண்ணும், விறைப்பான கம்பியின் அதிர் வெண்ணும் ஒன்றுகும். இந்த நிலையில் நகரும் பாலத்திற்கும் நிலையான பாலத்திற்கும் இடைப்பட்ட கம்பியின் நீளத்தை (1) அளவு கோலில் கண்டறிய வேண்டும்.

வெவ்வேறு அதிர்வெண் (எடுத்துக்காட்டாக 320, 384) உடைய இசைக்கவைகளைக்கொண்டு ஆய்வினை மீண்டும் செய்து அதிரும் துண்டங்களின் நீளங்களைக் கண்டு அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். அட்டவணை 1-ன் கடைசிக்கட்டம் $(n \times l)$ ஒரு மாறிலி யாகக் கிடைக்கும்.

2. இரண்டாவது விதியை எண்பித்தல்

இதற்காக, அதிரும் பகுதியின் நீளமும் (l) ஓர் அலகு நீளத் தின் எடையும் (m) மாருதிருக்கும்பொழுது அதிர்வெண்ணும் (n), விறைப்பின் இருமடி மூலமும் $(\sqrt{T})$ நேர்விகிதத்தில் இருக்கும். $[n \propto \sqrt{T}.]$ ஆனல், வெவ்வேறு விறைப்பிற்கு ஒரு குறிப்பிட்ட நீளக்கம்பியின் அதிர் வெண்ணை ஆய்வில் காணல் மிகவும் கடினம். எனவே, கிடைக்கும் அளவினைக்கொண்டு முதல் விதியைப் பயன் படுத்தி, அதிர்வெண்ணைக் கணக்கிடுதலே எளிதாகும். இப்படி விறைப்பு T_1-ஆக இருக்கும்பொழுது l_1 செ.மீ. நீள முள்ள கம்பியின் அதிர்வெண் n_1 என்க. இதே விறைப்பில் ஒரு குறிப்பிட்ட நீளம் L செ.மீ. உள்ள கம்பியின் அதிர்வெண் N என்க.

பின்னர் முதல்விதிப்படி

$$N \times L = n_1 \times l_1$$

$$\therefore \; N = \frac{n_1 \times l_1}{L}.$$

நாம் எண்பிக்க வேண்டியது, $N \propto \sqrt{T}$

$$\text{அல்லது } \frac{N}{\sqrt{T}} = \text{மாறிலி (constant)}$$

$$\text{அதாவது } \frac{n_1 l_1}{L} \times \frac{1}{\sqrt{T}} = \text{மாறிலி}$$

இதில் இசைக்கவையின் அதிர்வெண் n_1-ம், கம்பியின் குறிப்பிட்ட நீளம் l-ம் மாறுதலையாகையால்,

$$\frac{l_1}{\sqrt{T}} = \text{மாறிலி.}$$

வெவ்வேறு அதிர்வெண்களைக்கொண்ட இசைக்கவைகளைக் கொண்டு ஒரு குறிப்பிட்ட எடையை (எடுத்துக்காட்டு 3 கிலோ எடை) கம்பியின் மறுமுனையில் உள்ள எடைதாங்கியில் போட்டு விறைப்பாக்கி, ஒவ்வோர் இசைக்கவைக்கும் தொடர்பான நீளம் l-ஐக் கணக்கிடவும். இவ்வாறு வெவ்வேறு எடைகளைப் போட்டு (எடுத்துக்காட்டாக 4, 5 கிலோ எடை) ஒவ்வொரு முறையும் குறிப்பிட்ட அதிர்வெண் உள்ள கவைக்கு அதிரும் துண்டத்தின் நீளத்தைக் காணவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணை II-ல் பதிவு செய்து, கடைசி கட்டம் $\frac{l}{\sqrt{T}}$ ஒரு மாறிலியாக இருப்பதைக் காணலாம்.

3. மூன்றுவது விதியை எண்பித்தல்

இதற்காக அதிரும் துண்டத்தின் நீளமும் (l) கம்பியின் விறைப்பும் (t) மாறுதிருக்கும்போது, அதிர்வெண்ணும் (n) ஓர் அலகு நீளத்தின் எடையின் இருமடி மூலமும் ($\sqrt{m}$) தலைகீழ் விகிதத்தில் $\left(n \propto \frac{1}{\sqrt{m}}\right)$ இருக்கும் என்று எண்பிக்கவேண்டும்.

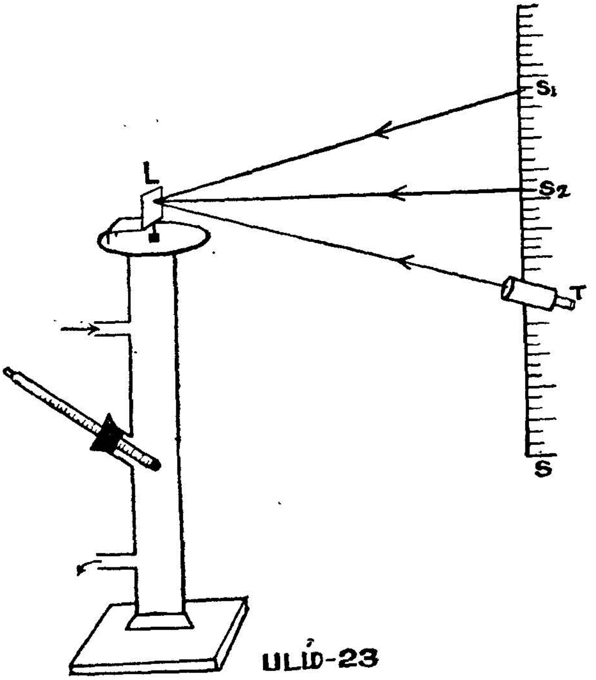
விறைப்பு t_1 ஆக இருக்கும்பொழுது l_1 செ. மீ. நீளமுள்ள கம்பியின் அதிர்வெண் n_1 என்க. இதே விறைப்பில் குறிப்பிட்ட நீளமுள்ள (l) செ.மீ. கம்பியின் அதிர்வெண் N என்க.

பின்னர் முதல் விதிப்படி,

$$N \times L = n_1 . l_1$$

$$N = \frac{n_1 \times l_1}{L}$$

அமைக்கப்பட்டுள்ளன. மேலே கூறியுள்ள அமைப்புகள் அனைத்தையும் படம் 23 ல் காணலாம்



படம்-23

செய்முறை

உலோகத்தண்டின் துவக்க நீளத்தை அளக்க வேண்டும் (L). அறையின் வெப்பநிலையையும் அளக்க வேண்டும் (t_1°c), பின்னர் ஒளியியல் நெம்புகோலுக்கு எதிரில் உள்ள அளவு கோலின் படிவம் (image), ஆடியில் பட்டு எதிரொளித்துத் தொலைநோக்கியில் தெளிவாகத் தெரியும்படி அளவுகோலையும், தொலைநோக்கியையும் சரிசெய்யவேண்டும். தொலைநோக்கியின் கிடைநிலை குறுக்கு இணைக் கம்பியுடன் (cross wire) பொருந்துகின்ற அளவுகோலின் அளவைக் (S_1) குறித்துக்கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர் நீராவியைக் குழாயினுள் செலுத்த வேண்டும். இதனால் உலோகத் தண்டு சூடாகி, மேல்நோக்கி நீட்சிப் பெருக்கமடையும். இதனால் தொலை நோக்கியில் காணப்படும் அளவு கோலின் படிவத்தில் வேறு அளவு குறுக்குக் கம்பியுடன்

பொருந்தும். நீராவியைக் குழாயில் 15 (அல்லது) 20 நிமிடங்களுக்குத் தொடர்ந்து செலுத்திக்கொண்டிருந்தால் உலோகத் தண்டு மாருத வெப்ப நிலையை அடையும் ($t_2°c$). இது சற்று ஏறத்தாழ நீராவியின் வெப்ப நிலையான $100°c$ ஆகும். இதனை வெப்ப நிலைமானியால் கண்டு அறியலாம். இப்பொழுது தொலை நோக்கியின் மூலம் காணப்படும் அளவு கோலின் படிவத்தின் வேறு அளவு குறுக்கிணைக் கம்பியுடன் பொருந்தித் தோன்றும். நிலையான மாருத இந்த அளவினைக் (S_2) குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். ஒளியியல் நெம்புகோலின் ஆடிக்கும் அளவு கோலுக்கும் இடையில் உள்ள தூரத்தை (D) அளக்க வேண்டும்.

ஒளியியல் நெம்பு கோலை ஒரு தாளின் மீது வைத்து எளிதாக அழுத்த வேண்டும். இதனுல் தாளில் உண்டாகும் குத்துப் புள்ளிகளை நேர் கோடுகளினுல் இணைத்தால் ஒரு இரு சம பக்க முக்கோணம் கிடைக்கும், இதன் குத்துயரத்தை a (Altitude) அளக்க வேண்டும்.

மேலே எடுத்த அளவுகளைக்கொண்டு உலோகத் தண்டு $t_2°c$ வெப்ப நிலையில் இருந்த நீளத்தை விட எவ்வளவு நீட்சிப் பெருக்கடைந்திருக்கின்றது என்பதைக் கணக்கிட்டுப் பின்னர் நீட்சிப் பெருக்க எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{பயன்படும் சூத்திரம்} = \frac{a\ s}{2D\ (t_2-t_1)L}$$

முடிவு

உலோகத் தண்டின் நீட்சிப் பெருக்க எண் =

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

உலோகத்தண்டின் துவக்க நீளம்	= (L)	செ.மீ.
உலோகத்தண்டின் துவக்க வெப்பநிலை	= ($t_1°c$)	செ.மீ.
தொலை நோக்கியில் தெரிந்த துவக்க அளவு	= (S_1)	செ.மீ.
தொலை நோக்கியில் தெரிந்த இறுதி அளவு	= (S_2)	செ.மீ.
எனவே அளவில் ஏற்பட்ட பெயர்ச்சி (Shift)	= ($s_1 \backsim s_2 = s$)=	
இறுதி வெப்ப நிலை	= ($t°_2c$)=	

தனித்த ஒளியியல் நெம்பு கோலின் குத்துக் கோட்டு உயரம் $\}$ $= a =$ செ.மீ.

ஆடிக்கும் அளவுகோலுக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் $\}$ $= D =$ செ.மீ.

உலோகத்தண்டின் உண்மையான நீட்சிப் பெருக்கம் $\}$ $= e = \frac{as}{2D}$

∴ உலோகத் தண்டின் நீட்சிப் பெருக்க எண் $= \sigma$

$$= \frac{e}{L\,(t_2 - t_1)}$$

$$= \frac{as}{2D} \times \frac{1}{L\;(t_2 - t_1)}$$

$$a\;\frac{as}{2D\,(t_2 - t_1).\;L}$$

∴ உலோகத்தண்டின்நீட்சிப்பெருக்க எண் $=$ $/°c$

16. திரவத்தின் தோற்றப் பெருக்கம்

நோக்கம்

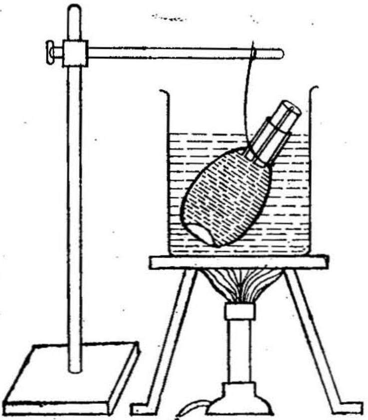
திரவத்தின் தோற்றப் பெருக்க எண் (Apparent expansion of a liquid) காணுதல்.

கருவிகள்

ஒப்பு அடர்த்தி சீசா, நீர்குளிப்பி (water bath), ஒரு குவளை திரவம் (பொதுவாகத் தேங்காய் எண்ணெய்) ஒரு வெப்பநிலை மானி, பௌதீக தராசு, எடைப் பெட்டி முதலியன.

விளக்கம்

ஒப்பு அடர்த்தி சீசா குறிப்பிட்ட கொள்ளளவுள்ளதாகவும், நுண்ணிய துளையுடைய கண்ணாடி அடைப்பான் பொருத்தப்பட்டும் உள்ளது (படம் 24). சீசாவை திரவத்தால் நிரப்பி, அடைப்பானைச் செருகினால் மிஞ்சிய திரவம் துவாரத்தின் வழியாக வெளியேறும். எனவே சீசாவின் மேல் குறிக்கப்பட்டுள்ள சரியான அளவு திரவமே சீசாவில் இருக்கும்.



படம்-24

செய்முறை

அடர்த்தி சீசாவை தூய்மைப்படுத்தி உலர்த்த வேண்டும். இதன் எடையைத் துல்லியமாகக் காணவேண்டும் (W). சீசா

நிறைய திரவத்தை நிரப்பி துளையுள்ள அடைப்பானைச் செருக வேண்டும். சீசாவின் வெளிப்புறத்தை நன்றாகத் துடைத்து பின்னர் திரவத்துடன் துல்லியமாக எடைகாண வேண்டும் (W_2) இப்பொழுது அறையின் வெப்ப நிலையைக் கண்டு குறித்துக்கொள்ள வேண்டும் ($t_1°c$).

பின்னர் சீசாவை ஒரு கயிற்றால் கட்டி, ஒரு நீர் குளிப்பியில் water bath) கழுத்துவரை நீருக்குள் மூழ்கி இருக்கும்படி தொங்க விடவேண்டும். குளிப்பியில் உள்ள நீரை மெதுவாக சூடாக்க வேண்டும். நீர் சூடாவதனால் அதனுள்ளிருக்கும் சீசாவிலுள்ள திரவம் விரிவடைந்து துவாரத்தின் வழியாக வெளியேறும். வெளியேறும்திரவத்தை வடிதாள் மூலம் ஒற்றி அப்புறப்படுத்தவேண்டும் வெப்பப் படுத்தப் படுத்த நீர் கொதிக்கத் துவங்கும். இந்த கொதி நிலையிலேயே சீசாவை சிறிது நேரம் வைத்திருக்க வேண்டும். இதனால் திரவம் அந்த வெப்ப நிலையில் பெருகவேண்டிய அளவு பெருகி, பெருக்கம் நின்றுவிடும். இப்பொழுது கொதிநீரின் வெப்ப நிலையைக் கண்டு குறித்துக்கொள்ள வேண்டும் ($t_2°c$). பின்னர் அடர்த்தி சீசாவை வெளியில் எடுத்து, வெளிப்புறத்தைத் துப்புரவாகத் துடைக்க வேண்டும் அறையின் வெப்ப நிலைக்குக் குளிர வைத்து எஞ்சியுள்ள திரவத்துடன் சீசாவின் எடையைத் துல்லியமாகக் காணவேண்டும் (W_3).

முடிவு

திரவத்தின் தோற்றப்பெருக்க எண்

காலி அடர்த்தி சீசாவின் எடை	$= W_1$	=
வெப்பப்படுத்துமுன் அடர்த்திசீசா + திரவம்	$= W_3$	=
வெப்பப்படுத்தியபின் அடர்த்தி சீசா + எஞ்சிய திரவம்	$= W_3$	=
வெளியேற்றப்பட்ட திரவத்தின் எடை	$= W_2 - {}_3W$	=
எஞ்சிய திரவத்தின் எடை	$= W_3 - W_1$	=
அறையின் வெப்ப நிலை	$= t_1°c$	=
கொதி நீரின் வெப்பநிலை	$= t_2°c$	=

திரவத்தின் தோற்றப் பெருக்க எண் = வெளியேறிய திரவத்தின் எடை / ((எஞ்சிய திரவத்தின் எடை) × (வெப்ப வேறுபாடு))

$$= \frac{(W_2 - W_1)}{(W_3 - W_1) \times (t_2 - t_1)}$$

$$= \quad /°c$$

முடிவு

திரவத்தின் தோற்றப் பெருக்க எண் = /°c

எண்	பொருள்	எடை கிம்	திரும்பு இடங்கள்		நிலை இடம்	சரியான எடை
			இடம்	வலம்		
1					சுழி நிலை இடம்	
2	காலி அடர்த்தி சீசா					$W_1 =$
3	அடர்த்தி சீசா + திரவம் (வெப்பப்படுத்தும் முன்)					$W_2 =$
4	அடர்த்தி சீசா + எஞ்சியுள்ள திரவம் (வெப்பப் படுத்திய பின்)					$W_3 =$

17. காற்றின் பருமப் பெருக்க எண்

நாக்கம்

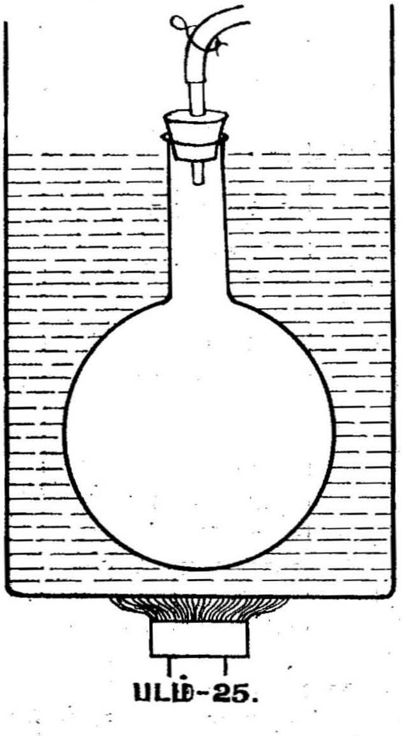
நிலையான அழுத்தத்தில், காற்றின் பருமப் பெருக்க எண்ணைக் (Volume Coefficient of air) *காணல்.*

கருவிகள்

கண்ணாடிக் குடுவை, நீர் குளிப்பி (Water bath) நீர் நிறைந்த வாளி முதலியன.

செய்முறை

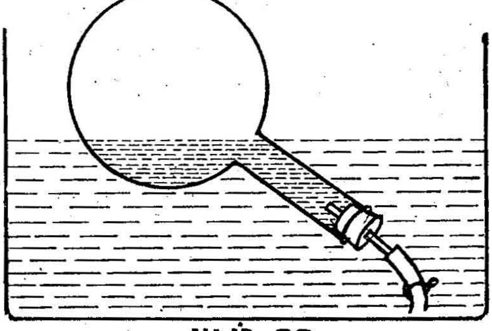
கொள்ளளவு 500 க.செ.மீ. கொண்ட கண்ணாடி வடிவக் குடுவையைக் கழுவி உலர்த்தியபின் குடுவையின் வாயை ஒரு துவாரமுள்ள ரப்பர் அடைப்பானல் மூடவேண்டும். துவாரத்தின் வழியாக ஒரு ரப்பர் குழாயுடன்கூடிய கண்ணாடிக் குழாயைச் செருக வேண்டும். ரப்பர் குழாயில் ஒரு கிள்ளுப்பற்றியை (Pinch cock) இணைக்க வேண்டும். இப்பொழுது அடைப்பான் வழியாக காற்று உட்புகவா, வெளிச் செல்லவோ முடியா வண்ணம் உறுதியாக மூடப்பட்டுள்ளது.



படம்-25.

பின்னர் குடுவையை நீர் குளிப்பியினுள் வைத்து, வெப்பப் படுத்த வேண்டும் (படம் 25). கிள்ளுப்பற்றியைத் திறந்து வைத்துப் பெருக்கமடையும் காற்றை வெளியேறும்படி செய்ய வேண்டும். நீர்க் குளிப்பியில் உள்ள நீர் கொதிக்கும்படி வெப்பப் படுத்தவேண்டும். குடுவையினுள் நீர் செல்லாதபடி பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். நீரின் கொதிநிலையிலேயே குடுவையைக் குறைந்தது பத்து நிமிடங்கள் வைத்திருக்க வேண்டும். இதனால் பெருக்கமடைந்த அதிக அளவு காற்று வெளியேறும். இப்பொழுது ரப்பர் குழாயைக் கிள்ளுப்பற்றியால் இறுக மூடவேண்டும். கொதி நீரின் வெப்பநிலையைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். (t_2°c)

குடுவையைக் குளிப்பியிலிருந்து எடுத்துத் தண்ணீருள்ள அகன்ற வாளியில் தலை கீழாகக் கவிழ்க்கவேண்டும். (படம் 26) இப்பொழுது கிள்ளுப்பற்றியைத் தளர்த்தியவுடன் குடுவையினுள் உள்ளகாற்று குளிர்ந்து சுருங்குவதால் வெற்றிடம் ஏற்படும்.



படம்-26

இந்த வெற்றிடத்தை நிரப்ப நீர் ரப்பர் குழாய் வழியாக உட்புகும். குடுவையின்மீது குளிர்ந்த நீரைக் கொட்டிக் கொண்டிருக்க வேண்டும்.

குடுவையில் உள்ள காற்று குளிர்ந்து, நீரின் வெப்ப நிலையை அடையும். இந்த வெப்ப நிலையை அளந்து குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். (t_1°c). இப்பொழுது குடுவையில் உள்ள நீர் மட்டமும் வாளியில் உள்ள நீரின் மட்டமும் பொருந்துமாறு குடுவையைச் சரி செய்யவேண்டும் (படம்). பின்னர் ரப்பர் குழாயைக் கிள்ளுப் பற்றியால் நன்றாக மூடி குடுவையை வெளியே எடுக்கவேண்டும்.

குடுவையின் வெளிப்புறத்தை நன்றாகத் துடைத்து, பின்னர் உட்புகுந்துள்ள நீரை ஓர் அளவு சாடியில் (measuring jar) ஊற்றி

நீரின் கன அளவை அறியவேண்டும் (V க. செ. மீ.). பின்னர் குடுவை முழுவதும் நீரால் நிரப்பி, குடுவையின் கொள்ளளவைக் காணவேண்டும் (V க. செ. மீ.) கீழ்க்காணும் சூத்திரத்தைப் பயன்படுத்தி நிலையான அழுத்தத்தில் காற்றின் பருமபெருக்க எண்ணை அறியலாம்.

$$a = \frac{v}{(V-v)(t_2 - Vt_1)}$$

முடிவு.

நிலையான அழுத்தத்தில் காற்றின் பருமப் பெருக்க எண்

தண்ணீரின் வெப்ப நிலை = t_1°c.

கொதி நீரின் வெப்ப நிலை = t_2°c.

குடுவையில் புகுந்த நீரின் அளவு = $v$cc.

குடுவையின் அளவு = $v$cc.

ஆய்வு முழுவதும் அழுத்தம் நிலையாக இருந்தது

t_1°c வெப்ப நிலையில் ($V-v$.) க. செ.மீ. காற்று

t_2°c வெப்ப நிலையில் V க. செ.மீ. அளவிற்கு பருமப் பெருக்கமடைந்தது.

$$= a \frac{v}{(V-v)(t_2 - V t_1)}$$

$$= \underline{\hspace{4cm}}$$

18 காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண்

நோக்கம்

ஜாலியின் குமிழ் (Jolly's bulb) கருவியைப் பயன்படுத்தி காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண்ணைக் (pressure coefficient of air) காணல்.

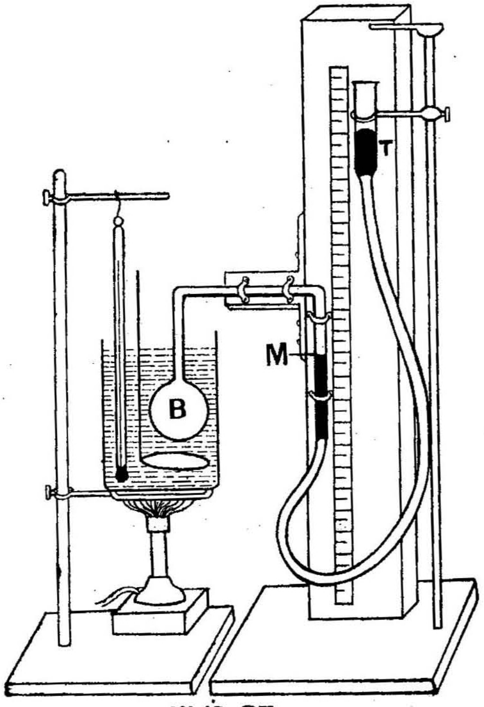
கருவிகள்

ஜாலியின் குமிழ், அழுத்தப் பெருக்கக் கருவி, வெப்ப நிலை மானி முதலியன.

விளக்கம்

ஜாலியின் குமிழ் கருவி பாயிலின் விதியைச் சரி பார்க்க பயன் படுத்தப்படும் ஆய் கருவியின் திருத்தப்பட்ட வடிவம். இதில் பாயிலின் விதி கருவியில் உள்ள மூடிய குழலுக்குப் பதில் ஜாலியின் குமிழ் (B)- உள்ளது. இக்குமிழ் 5 அல்லது 6 செ. மீ. குறுக்களவுடைய கோள வடிவமானது. இதிலிருந்து துவங்கும் நுண்குழாய் இரு முறை செங்கோணமாக வளைந்து ஒரு ரப்பர் குழாயில் முடிகின்றது. இந்த ரப்பர் குழாயின் மறுமுனை இருபுறமும் திறந்த ஒரு தடித்த குழாயின் (T) ஒரு முனையுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ளது. இந்த ரப்பர் குழாயில் பாதரசம் நிரப்பப் பட்டுள்ளது. பாதரசமட்டம் இருபுறங்களிலும் ரப்பர் குழாய்க்கு மேலே உள்ள கண்ணாடிக் குழாய்களிலும் இருக்குமாறு நிரப்பப் பட்டுள்ளது. ஜாலியின் குமிழியில் இருந்துவரும் குழாயில் ரப்பர் குழாய் பொருத்தப்பட்டுள்ள இடத்திற்குச் சற்று மேலே M. என்னும் அடையாளக்கோடு உள்ளது. இந்த மட்டம்வரை பாதரசம்

இருக்கும்பொழுது ஜாலியின் குமிழில் குறிப்பிட்ட கன அளவு காற்று இருக்கும். குமிழில் உள்ள காற்று நன்றாக உலர்ந்த காற்றாக இருக்கவேண்டும். இதற்காக சிறிதளவு அடர்ந்த கந்தக அமிலம்



படம்-27

ஊற்றப்பட்டுள்ளது. விளக்கப்பட்ட அமைப்புகள் அனைத்தும் படம் 27-ல் காட்டப்பட்டுள்ளன.

செய்முறை

பார்டின் பாரமானியைப் பயன்படுத்தி வளியழுத்தத்தைக் (Atmospheric pressure) கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் (H).

ஜாலியின் குமிழும் இதன்மேல் உள்ள நுண் குழாயின் ஒரு பகுதியும் நீருக்குள் நன்றாக மூழ்கி இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது நீரின் வெப்ப நிலையைக் காணவேண்டும். வலது பக்கப் பாதரசக் குழாயை (T) மேலும் கீழும் நகர்த்தி பாதரச மட்டத்தை இடது பக்க நுண் குழாயில் குறிக்கப்பட்டுள்ள அடை

யாள மட்டத்திற்குக் (M) கொண்டு வரவேண்டும். இப்பொழுது இரண்டு குழாய்களிலும் உள்ள பாதரச மட்டத்தைக் கண்டு, இரண்டுக்கும் இடையில் உள்ள மட்ட வேறுபாட்டைக் (h) கணக்கிடவேண்டும்.

வலது பக்க மட்டம் இடது பக்கத்து மட்டத்தை விடத் தாழ்வாக இருந்தால் வேறுபாட்டை வளியழுத்தத்திலிருந்து (H) கழித்தும், மேலாக இருந்தால் வேறுபாட்டை வளியழுத்தத்துடன் கூட்டியும் குமிழில் உள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைக் கணக்கிடவேண்டும். எனவே குமிழில் உள்ள காற்றின் அழுத்தம் $P = (H + h)$ ஆகும்.

குமிழ் மூழ்கியுள்ள நீரை மெதுவாக வெப்பப் படுத்தவேண்டும். கலக்கியால் நீரை நன்றாகக் கலக்கிக் கொண்டிருக்கவேண்டும். இதனால் நீர் சீராக வெப்படையும். வெப்பநிலை 40°c-யை அடைந்தவுடன் வலது பக்கத்துக் குழாயைச் சரி செய்து பாதரச மட்டத்தை அடையாள மட்டத்திற்குக் (M) கொண்டு வரவேண்டும். இரு பக்க குழாய்களிலும் உள்ள பாதரச மட்டத்தைக் குறித்து இரண்டுக்குமுள்ள வேறுபாட்டைக் கணக்கிட்டு, முன்புபோல் குமிழிலுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைக் காணவேண்டும். இப்பொழுது கிடைக்கும் அழுத்தம் 40°c-ல் ஜாலியின் குமிழில் உள்ள காற்றின் அழுத்தமாகும்.

ஆய்வினைத் தொடர்ந்து செய்து முன்போலவே 50°c, 60°c 70°c, 80°c, 90°c வெப்ப நிலைகளிலும், நீரின் கொதி நிலையிலும் குமிழிலுள்ள காற்றின் அழுத்தத்தைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

நீரினைக் குளிரவிட வேண்டும். குளிரும்போது முன்போல் 90°c, 80°c, 70°c, 60°c, 50°c, 40°c வெப்பநிலைகளில் காற்றின் அழுத்தத்தைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இப்பொழுது ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையிலும் உள்ள காற்றின் சராசரி அழுத்தத்தை அறியலாம். அளவுகளை அட்டவணையில் பதிவு செய்ய வேண்டும்.

இடது பக்க நிலையான அடையாளமட்டம் M-ன் அளவு =

கணக்கீடு

வெப்பநிலை $t^{\circ}_{2}c$-ல் குமிழியில் உள்ள உலர்ந்த காற்றின் அழுத்தம் P_2 என்றும் $t^{\circ}_{1}c$ வெப்பநிலையில் P_1 என்றும் கொள்வோம். மேலும் காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண் β (பீட்டா

எண்.	வெப்ப நிலை	வலது பக்கத்தில் பாதரச மட்ட அளவு			மட்டங்களின் வேறுபாடு (h)	மொத்த அழுத்தம் P = H + h	β
		சூடாகும் பொழுது	குளிரும் பொழுது	சராசரி			
1	தண்ணீர் °c						
2	40°c						
3	50°c						
4	60°c						
5	70°c						
6	80						
7	90°c						
8	கொதிநீர் c°						

என்றும், $0°c$ வெப்ப நிலையில் காற்றின் அழுத்தம் P_0 என்றும் கொள்வோம்.

எனவே,

$$P_2 = P_0 (1+\beta t_2)$$
$$P_1 = P_0 (1+\beta t_1)$$
$$\therefore \frac{P_2}{P_1} = \frac{P^0(1+\beta t_2)}{P_0(1+\beta t_1)} = \frac{1+\beta t_2}{1+\beta t_1}.$$

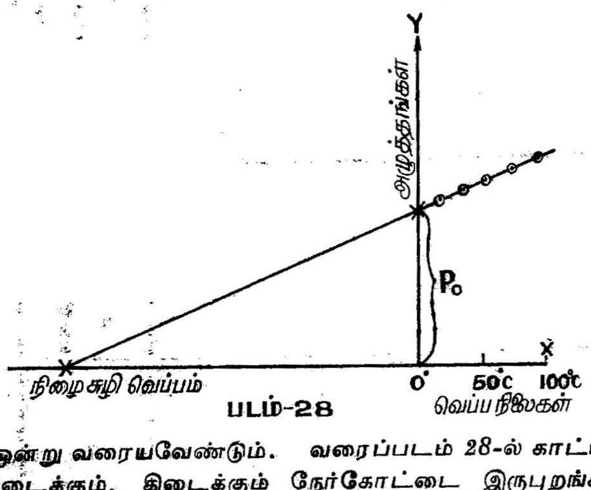
இதிலிருந்து β-யின் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம். சமன்பாட்டை எளிதாக்கினால்

$$\beta = \frac{P_2 - t_1}{(P_1 \times t_2 - P_2 \times t_1)}$$ என்று கிடைக்கும்.

எனவே அட்டவணையில் உள்ள எந்த இரு வெப்ப நிலைகளை எடுத்துக்கொண்டாலும், அவ்வெப்ப நிலைகளில் குமிழில் உள்ள காற்றின் அழுத்தங்கள் தெரியும். அவற்றைச் சமன்பாட்டில் இட்டு, β-வை ஒவ்வொரு சோடி (pair) வெப்ப நிலைகளுக்கும் தனித் தனியாகக் கணக்கிடலாம். அவை யாவும் சற்று ஏறக் குறைய ஒரே எண்ணாக இருத்தலைக் காணலாம். அவற்றின் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட்டு β-வின் மதிப்பைக் காணலாம்.

வரைப்பட முறை

அட்டவணையில் உள்ள அளவுகளைக்கொண்டு வெப்ப நிலையை X-அச்சிலும், அழுத்தத்தை Y-அச்சிலும் எடுத்துக்கொண்டு வரைப்



படம்-28

படம் ஒன்று வரையவேண்டும். வரைப்படம் 28-ல் காட்டியுள்ள படி கிடைக்கும். கிடைக்கும் நேர்கோட்டை இருபுறங்களிலும்

நீட்டினுல், Y-அச்சை வெட்டுமிடத்தில் 0°c வெப்ப நிலையில் காற்றின் அழுத்தத்தையும், மறுபுறத்தில் 100°c வெப்ப நிலைக்கான அழுத்தத்தையும் காணலாம். இந்த இரண்டு அழுத்தங்களினுலும், கீழ்க்காணும் சமன்பாட்டை நிரப்பி காற்றின் அழுத்தப் பெருக்கெண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

$$\beta = \frac{P_{100} - P_0}{P_0 \times 100}.$$

நிறைசுழி வெப்ப நிலை (Absolute Zero Temperature).

படம் 28ல் உள்ள நேர்க்கோட்டைப் பின்புறமாக X-அச்சுவரை நீட்டவேண்டும். கோடு X-அச்சை வெட்டும்புள்ளி சுழி அழுத்தத்தைத் (Zero pressure) தரும். இதற்குத் தொடர்பான வெப்ப நிலையைக் காணவேண்டும். இந்த வெப்பநிலை நிறைசுழி வெப்ப நிலை ஆகும்.

முடிவுகள்

காற்றின் அழுத்தப் பெருக்க எண் =

நிறைசுழி வெப்பநிலை =

செய்முறை

1. செவ்வகக் கண்ணாடிப் பாளம்

நுண்ணோக்கியின் அடிப் பலகையின்மீது ஒரு மையப்புள்ளியுடன் கூடிய ஒரு துண்டுத் தாளை, மையப்புள்ளி நுண்ணோக்கியின் பொருளருகிக்கு (objective) நேர் கீழே இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். மையப்புள்ளியின் பிம்பம் மிகத் தெளிவாகத் தெரியும்படி நுண்ணோக்கியினை மேலும் கீழும் நகர்த்திச் சரி செய்யவேண்டும். தெளிவான பிம்பம் தெரிந்தவுடன் நுண்ணோக்கியினைத் திருகின் மூலம் இறுக்கிப் பொருத்த வேண்டும். இப்பொழுது குத்து அளவு கோலில் மூலக்கோல் அளவினையும், வெர்னியர் இணையும் பிரிவினையும் கண்டு, துல்லியமான அளவினைக் (*A*) கணக்கிட வேண்டும். பின்னர், செவ்வகக் கண்ணாடிப் பலகையை மையப்புள்ளியுள்ள தாளின்மீது வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது மையப்புள்ளியின் நுண்ணோக்கியில் தெரியும் பிம்பம் தெளிவாக இராது. பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியும்படி நுண்ணோக்கியைச் சற்று உயர்த்திச் சரி செய்ய வேண்டும். முன்போல் நுண்ணோக்கியினைத் திருகின் மூலம் பொருத்தி இந் நிலையில் பின்னர் அளவினைக் (*B*) கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர், கண்ணாடிப் பாளத்தின்மீது சிறிதளவு மரத்தூளைத் தெளிக்க வேண்டும். நுண்ணோக்கியை உயர்த்தி மரத்தூளின் பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியும்படி சரிசெய்யவேண்டும். இப்பொழுது நுண்ணோக்கி பொருந்தும் குத்துக்கோல் அளவினைக் (*C*) கணக்கிட வேண்டும்.

(இதனால், கண்ணாடிப் பலகையின் உண்மையான

$$\text{தடிப்பு} = C - A$$

$$\text{கண்ணாடிப் பலகையின் தோற்றத் தடிப்பு} = C - B$$

$$\text{ஆகையால், ஒளிவிலகல் எண் } (\mu) = \frac{C\text{-}A}{C\text{-}B}\ ]$$

இவ்வாறே, நுண்ணோக்கியின் துவக்க உயரங்களை வேறுபடுத்தி, ஆய்வினை மீண்டும் செய்து கிடைக்கும் அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்திக் கண்ணாடிப் பலகையின் ஒளிவிலகல் எண்ணை ஒவ்வொரு முறையும் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

கண்ணாடிப் பாளத்தின் சராசரி ஒளிவிலகல் எண் =

அட்டவணை

நுண்ணோக்கியில் வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவை (C)

எண்	நுண்ணோக்கியில் அளவுகள்									உண்மையான தடிப்பு $(C-A)$	தோற்றத் தடிப்பு $(C-B)$	$\mu = \frac{C-A}{C-B}$
	மையப்புள்ளியின் அளவு (A)			கண்ணாடிப்பலகை வைத்த பின்பு மையப்புள்ளி அளவு (B)			கண்ணாடிப் பலகையின் மேல் மரத்தூள் அளவு (C)					
	மூ. கோ. அ. M	வெ. இணையும் அ. V	மொத்தம் $[M + VC]$	மூ. கோ. அ. M	வெ. இ. பி. V	மொத்தம் $[M + VC]$	மூ. கோ. அ. M	வெ. இ. பி. V	மொத்தம் $[M + VC]$			
1												
2												
3												
4												

சராசரி $= \mu$

2. நீரின் ஒளி விலகல் எண்

செய்முறை

ஒரு சிறிய கனசதுரக் கண்ணாடிக் கலத்தை நுண்ணோக்கியின் அடிப் பலகையின் மீது வைக்க வேண்டும். ஒரு பளபளப்பான குண்டூசியைக் கலத்தினுள் வைத்துச் சிறிது மெழுகினால் ஊசி நகராமல் ஒட்டவேண்டும். இப்பொழுது நுண்ணோக்கியைக் குண்டூசியின்மேல் குவித்துத் (focus) தெளிவான பிம்பம் தெரியும்படி செய்யவேண்டும். இந் நிலையில் நுண்ணோக்கியின் குத்துக்கோலில் உள்ள அளவினைக் (A) காணவேண்டும்.

பின்னர், நீரைக் காற்றுக் குமிழ் தோன்றாவண்ணம் கலத்தில் ஊற்ற வேண்டும். முன்போல் நுண்ணோக்கியினை மேல்நோக்கி உயர்த்திக் குண்டூசியின் தெளிவான பிம்பம் மீண்டும் தெரியும்படி செய்து குத்துக் கோலில் அளவினைக் (B) காணவேண்டும். சிறிதளவு மரத் தூளை நீரின்மீது மெல்லத் தூவி, அதன்மீது படர்ந்து மிதக்கும் மரத்தூள்களை, நுண்ணோக்கியினை உயர்த்திச் சரிசெய்து தெளிவாகத் தெரியும்படி செய்யவேண்டும், இப்பொழுது குத்துக்கோலில் அளவினைக் (C) காணவேண்டும்.

நீரின் உண்மையான ஆழம் $= c - A$

நீரின் தோற்ற ஆழம் $= c - B$

எனவே, திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் $\mu = = \dfrac{c - A}{c - B}$

கண்ணாடிக் கலத்தில் வேறுபட்ட உயரங்களுக்கு நீர் இருக்குமாறு எடுத்துக்கொண்டு ஆய்வினைத் திரும்பச் செய்து, ஒவ்வொரு முறையும் மேலே விவரித்தபடி அளவுகளை எடுத்து, ஒளி விலகல் எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்திச் சராசரி ஒளி விலகல் எண்ணைக் காணலாம்.

முடிவு

நீரின் ஒளி விலகல் எண் =

அட்டவணை

நுண்ணோக்கியின் வெர்னியரின் மீச்சிற்றளவை (c) = செ.மீ.

மூலக்கோல் அளவு — M

வெர்னியர் கோல் இணையும் பிளவு — V

குண்டூசியின் பிம்பம் தெரியும்போது அளவு — A

நீர் ஊற்றிய பின் குண்டூசி தெரியும்போது அளவு — B

மரத்தூள் தெளிவாகத் தெரியும்போது அளவு — C

எண்.	நுண்ணோக்கியில் அளவுகள்									உண்மையான ஆழம் $(C-A)$	தோற்ற ஆழம் $(C-B)$	$\mu=\frac{C-A}{C-B}$
	A			B			C					
	M	V	$(M+VC)$ செ. மீ.	M	V	$(M+VC)$ செ. மீ.	M	V	$(M+VC)$ செ. மீ.			
1												
2												
3												
4												

சராசரி = μ =

18. மாறுநிலைக் கோணம்

நோக்கம்

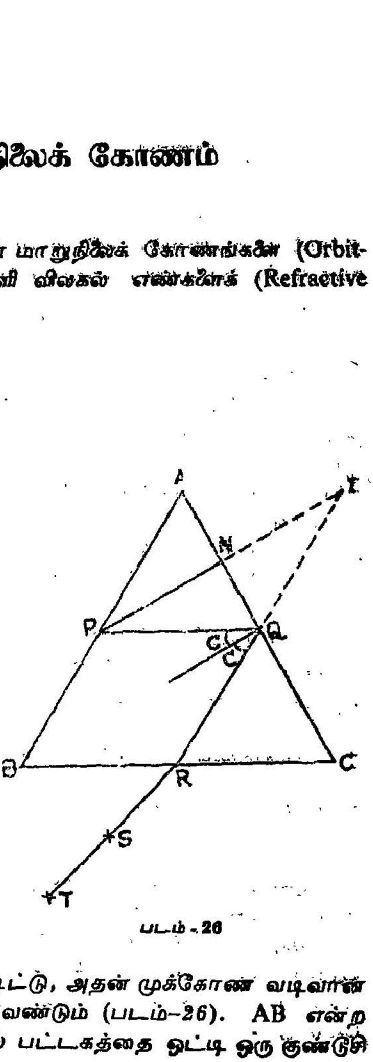
கீழ்க்கண்ட பொருள்களின் மாறுநிலைக் கோணங்களை (Orbit-angle) அளந்து அவற்றின் ஒளி விலகல் எண்களைக் (Refractive index) கணக்கிடுதல்.

(அ) கண்ணாடி
(ஆ) ஒளிபுகும் திரவம்.

ஆய்கருவிகள்

கண்ணாடிப்பட்டகம், வரைப் பலகை (Drawing board), குண்டூசிகள், கனசதுரக் கண்ணாடிக்கலம் (glass trough), காற்றுச் சிமிழ் (air-cell) முதலியன.

(ஆ) கண்ணாடி
(ஆ) ஒளிபுகும் திரவம்



படம் - 26

செய்முறை

கிடக்கை நிலையில் உள்ள வரைப் பலகையின் மீது ஒரு வெண் தாளைக் குண்டூசிகளால் பொருத்தவேண்டும். தாளின் மீது கண்ணாடிப் பட்டகத்தை அதன் விளிம்புகள் நிலைக்குத்தாக இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். தாளின் மேல் பட்டகத்தின் ஓரங்களில் கோடிட்டு, அதன் முக்கோண வடிவான உருவம் ABC-யை வரைய வேண்டும் (படம்-26). AB என்ற பக்கத்தின் A-க்கு அண்மையில் பட்டகத்தை ஒட்டி ஒரு குண்டூசி

P-யைக் குத்தவேண்டும். கண்ணை B-யிலிருந்து C வரை நகர்த்திக் கொண்டு வந்தால் ஒரு நிலையில், AC என்ற பக்கத்தால் முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்ட (Total reflection) குண்டூசி P-யின் பிம்பம், தெளிவாகத் தெரியத் தொடங்கும். இந் நிலையில் S, T என்னும் மற்றும் இரு குண்டூசிகளை, P-யின் பிம்பம், S, T ஆகிய மூன்றும் ஒரே நேர்க்கோட்டில் இருக்கும் வண்ணம் பொருத்த வேண்டும். இவ்வாறு பொருத்தி வெள்ளைத் தாளில் அப் புள்ளிகளைக் குறித்துக்கொண்ட பின்னர், பட்டகத்தையும் ஊசிகளையும் எடுத்துவிட வேண்டும்.

S, T ஆகிய இரண்டு புள்ளிகளையும் ஒரு நேர்க் கோட்டால் இணைத்து நீட்டினால், அக் கோடு BC-யை R-என்ற புள்ளியில் சந்திக்கும். இப் புள்ளி AC-ஆல் முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர் விடுபடும் புள்ளியாகும்.

A-C என்ற பக்கத்தின் எதிரொளிப்பால் உண்டான P-யின் படிவத்தைக்காண, AC-க்கு PN என்ற செங்குத்துக்கோடு வரையவும். இக் கோட்டினை PN = NI, என்று இருக்குமாறு I வரை நீட்டுக. இப்பொழுது I தான் Pயின் பிம்பமாகும். பின்னர் IRஐ அது ACயை Qவில் வெட்டுமாறு சேர்க்கவும். இப்பொழுது PQவைச் சேர்க்கவும். இப்பொழுது AQ ஒளிக்கதிர் ACயின் பக்கத்தின் மேல் அதன் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிடச் சற்றே அதிகமான கோணத்தில் படுகின்றது. எனவே, முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்டு QR வழியாகச் சென்று RT வழியாக வெளியேறுகின்றது. எனவே, LPQR, மாறுநிலைக் கோணத்தைப்போல் இருமடங்காகும். இக் கோணத்தினை அளந்து அதில் பாதியைக் கணக்கிட்டால் அதுவே மாறுநிலைக் கோணமாகும்.

மாறுநிலைக் கோணம் சராசரி C எனக்கொண்டால்,

கண்ணாடிப் பட்டகத்தின் ஒளி விலகல் எண் $= \mu = \dfrac{1}{\text{சைன் C}}$.

குண்டூசி P-யை, AB-என்ற பக்கத்தில் பட்டகத்தை ஒட்டி, A-க்கு அண்மையில் வெவ்வேறு இடங்களில் செங்குத்தாக நிறுத்தித் தனிப்படங்கள் வரைந்து, முன் விவரித்த முறைப்படி, இருமடங்கு மாறுநிலைக் கோணங்களை அளந்து, ஆய்வினை மீண்டும் செய்யலாம். சராசரி மாறுநிலைக் கோணத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

மாறுநிலைக் கோணம்

கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண் =

1. காட்சிப் பதிவும் கணக்கீடும்

வரிசை எண்	$PQR = 2C$	C
1		
2		
3		
		சராசரி =

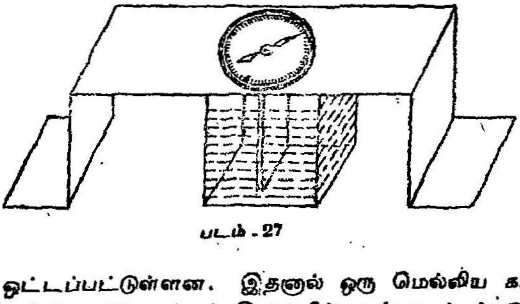
சராசரி மாறுநிலைக் கோணம் C =

ஒளி விலகல் எண் $\mu = \frac{1}{\text{சைன்}\ C}$

(ஆ) காற்றுச் சிமிழைப் பயன்படுத்தித் திரவத்தின் மாறு நிலைக்கோணம்

விளக்கம்

காற்றுச் சிமிழ் இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளால் ஆனது. இவ்விரண்டு தகடுகளும் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டு அவற்றின் சுற்று விளிம்புகளுக்கிடையில் ஒரு மெல்லிய மைக்காத் துண்டு வைத்துச்



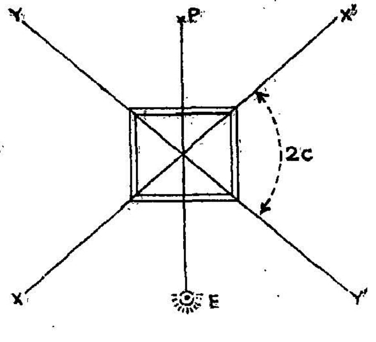
படம் - 27

சேர்த்து ஒட்டப்பட்டுள்ளன. இதனால் ஒரு மெல்லிய காற்றுப் படலம் இரண்டு தகடுகளுக்கும் இடையில் உள்ளடக்கப்படுகிறது.

இந்தக் காற்றுச் சிமிழ் ஓர் அச்சினால் செங்குத்தாக ஓர் நிலையின் பலகை (Hydrostatic bench)யை ஒத்த ஒரு பலகையில் (படம்–27), அச்சின்மேல் சுழலும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பலகையின் மேல்பரப்பில் ஒரு வட்ட அளவுச் சட்டம், கிடக்கை நிலையில் உள்ளது. இந்த அளவுச் சட்டத்தின்மீது நகருமாறு ஓர் இரு பக்கமும் நீண்ட காட்டி அச்சின், பலகைக்குமேல் தெரியும் பாகத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வட்ட அளவுச் சட்டம் டிகிரி, மினிட்டுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

செய்முறை

ஒரு கன சதுரக் கண்ணாடிக் கலத்தில் ஆய்விற்கான திரவத்தை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். இக் கலத்தினை வரைப் பலகைமீது இதன் அடிப் பாகத்தில் விளிம்புகள் ஓரமாகக் கோடிட்டு அதன் உருவத்தைத் தாளில் பதியவேண்டும். பின்னர், இணையான இரண்டு பக்கங்களுக்குப் பொதுவான ஒரு செங்குத்துக் கோடு நடுவில் வரையவேண்டும். ஒரு குண்டூசி P-யைக் கலத்தின் பின் பக்கம் கோட்டின் மேல் செங்குத்தாகக் குத்த வேண்டும். P-யின் பிம்பத்தைத் திரவம், காற்றுச் சிமிழ் வழியாகக் கண்ணைக் கோட்டிற்கு நேராக நிலையாக வைத்துக்கொண்டு பார்க்க வேண்டும். இப்பொழுது காற்றுச் சிமிழை அச்சின்மீது மெள்ளத் திருப்பவேண்டும். ஒரு நிலையில் குண்டூசியின் பிம்பம் மறையும்.



படம் 28

இப்பொழுது காட்டியின் இரு முனைகளும் காட்டும் அளவுகளை (X, X′) வட்ட அளவு கோலில் பார்த்துக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர், காற்றுச் சிமிழை அச்சின் மீது எதிர்ப்

பக்கத்தில் திருப்பவேண்டும். மீண்டும் ஒரு நிலையில் குண்டூசியின் பிம்பம் மறையும். இப்பொழுது காட்டியின் முனைகள் காட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் (Y, Y'). [படம்–28].

பின்னர், X ~ Y = X' − Y' = $2c$. இதனின்று மாறு நிலைக் கோணம் c-யைக் கணக்கிடலாம். எனவே, திரவத்தின் ஒளி விலகல் எண் μ = சைன் c' என்ற தொடர்பாட்டில், c-ன் சைன் மதிப்பை இட்டுக் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

திரவத்தின் ஒளி விலகல் எண் μ =

எண்	கோணம் $XOY = 2C$	கோணம் $X'OY' = 2C$	சராசரி 2C	மாறுநிலைக் கோணம் c	$\mu = \frac{1}{c \text{ சைன்}}$
1					
2					

19. குவி வில்லை - குவியத் தொலைவு

நோக்கம்

குவி வில்லையின் குவியத் தொலைவு வெவ்வேறு முறைகளில் காணல்.

கருவிகள்

ஆய்விற்குரிய குவி வில்லை, ஒரு சமதள ஆடி, தாங்கிகள், திரையுடன் கூடிய ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலை, வெண்திரை முதலியன.

செய்முறை

1. தொலைவுப் பொருள் குவியமுறை (Distance object method)

ஒரு தாங்கியில் குவி வில்லையைச் செங்குத்தாகப் பொருத்தி ஒரு தொலைப்பொருளை நோக்கி வைக்க வேண்டும். வில்லைக்குப் பின்னால் ஒரு வெண்திரையை, தொலைப்பொருளின் தெளிவான பிம்பம் விழும் வரை முன்னும் பின்னும் நகர்த்திச் சரிசெய்ய வேண்டும்.

தொலைப்பொருளினின்று ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வரும் கதிர்கள் வில்லையில் ஒளி விலகலுக்குப் பின்னர், வில்லையின் முக்கிய அச்சின் மேல் புள்ளிகள் குவியும் என்ற தத்துவத்திற்கேற்ப, திரையின் பிம்பம் உருவாகியுள்ளது. எனவே, வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையில் உள்ள தொலைவு வில்லையின் குவியத் தொலைவு ஆகும்.

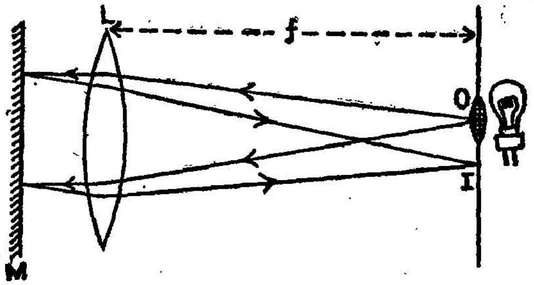
இந்தத் தொலைவை அளக்கவேண்டும்.

எனவே, குவி வில்லையின் தோராயக் குவியத்தொலைவு $= f -$ செ.மீ.

2. சமதள ஆடி முறை அல்லது செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறை

ஒரு வெண்திரையில் வெட்டப்பட்டுள்ள ஒரு துளையில் ஒட்டப்பட்டுப் பின்புறம் ஒரு மின்விளக்கினால் ஒளியூட்டப்பட்டுள்ள கம்பிவலை பொருளாகப் (object) பயன்படுகின்றது.

வில்லையை ஒரு தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலைக்கு முன்னால், சம உயரத்தில் வைக்க வேண்டும். பின்னர் ஒரு சமதள ஆடியை, அதன் எதிரொளிக்கும் பக்கம் வில்லையை நோக்கி இருக்கும்படி, வில்லையின் பின்புறம் வைக்கவேண்டும் (படம்–29). வில்லையின் முன்னும் பின்னும்



படம் - 29

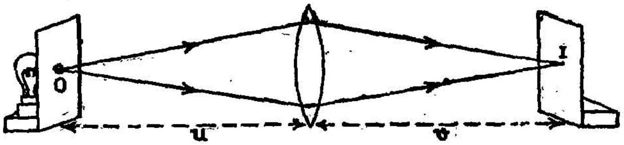
நகர்த்தி, கம்பிவலையின் தெளிவான பிம்பம், அது பொருத்தப்பட்டுள்ள திரைமேல், அதன் அருகிலேயே விழும்படி செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவினை அளக்கவேண்டும். இது வில்லையின் குவியத் தொலைவு ஆகும்.

இவ்வமைப்பில் பொருளுக்கும் வில்லைக்குமுள்ள தொலைவு, வில்லையின் குவியத் தொலைவாக இருக்கும்பொழுது, வில்லையில் ஒளி விலகல் அடைந்து மறு பக்கம் வெளியேறும் கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கும். இக்கதிர்கள் செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள சமதள ஆடியின் மேல் செங்குத்தாக விழும். எனவே, அவை வந்த திசையிலேயே திருப்பப்படுகின்றன. எனவே, மீண்டும் வில்லையில் ஒளி விலகல் அடைந்து பொருளின் பிம்பம் பொருளுக்கு அருகிலேயே விழுகின்றது. இவ்வாறு திரும்பி இணையாக வந்த கதிர்கள் ஒளி விலகலுக்குப் பின்னர்ப் பொருளுக்கு அருகில் குவிகின்றமையால், வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு குவியத் தொலைவாகும்.

3. U, V முறை

இங்கு *u* என்பதைப் பொருளுக்கும் வில்லைக்கும் இடையுள்ள தொலைவாகவும், V என்பதை வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவாகவும் கொள்ளவேண்டும்.

வில்லையைச் செங்குத்தாக ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி, ஒளி ஊட்டப்பட்ட கம்பிவலைப் பொருளுக்கு எதிரில், சம உயரத்தில் வைக்கவேண்டும். வில்லையின் மறுபுறத்தில் ஓர் வெண் திரையை வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் பொருளுக்கும் (கம்பி வலையுடன் கூடிய திரைக்கும்) இடையான தொலைவு u வை, வில்லை



படம் - 30

யின் தோராயக் குவியத் தொலைவை விட அதிகமாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். வெண்திரையை முன்னும், பின்னும் நகர்த்தித் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தொலைவு v-யை அளக்க வேண்டும்.

இவ்வாறே u-வின் மதிப்பை மாற்றிப் பல அளவுகளை எடுத்துக் கொண்டு, ஒவ்வோர் அளவுக்கும் உரிய v-அளவினைக் காண வேண்டும். எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்திச் சராசரி குவியத் தொலைவைக் கணக்கிட வேண்டும்.

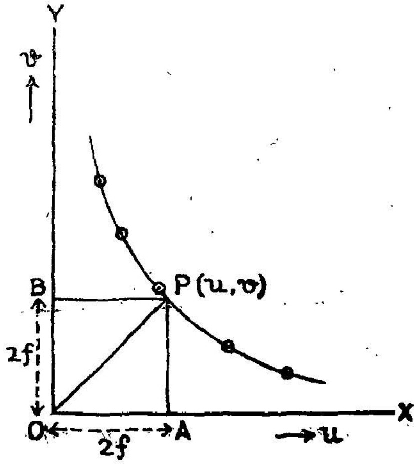
3. U, V வரைப்பட முறை

எண்	வில்லையிலிருந்து கம்பிவலையின் தொலைவு U செ.மீ.	வில்லையிலிருந்து திரையின் தொலைவு V செ.மீ.	UV	$U+V$	குவியத் தொலைவு $f = \frac{UV}{U+V}$ செ.மீ.
1					
2					
3					
4					
5					

சராசரி $f =$ செ.மீ.

மேற்கண்ட $u-v$ முறை ஆய்வில் எடுத்த அளவுகளைக்கொண்டு ஓர் வரைப்படம் வரைந்து குவியத் தொலைவைக் காணலாம்.

u-வின் மதிப்புகளை x-அச்சிலும், v-யின் மதிப்புகளை y-அச்சிலும், அச்சுகளில் சம தொலைவுகள் சம அளவுகளைக் குறிக்குமாறு எடுத்துக்கொண்டால், வரைப்படம் படம்–31-ல் காட்டியுள்ளபடி கிடைக்கும்.



படம்-31

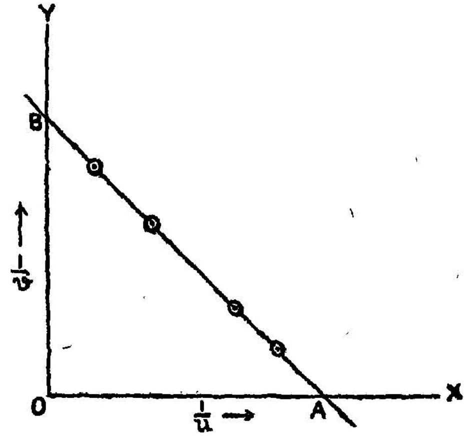
இப்பொழுது கோணம் XOY-க்கு ஒரு சமவெட்டி (bisector) அது வரைப்படத்தை P-ல் வெட்டுமாறு வரைய வேண்டும். P-யின் (u, v) மதிப்புகளைக் காணவேண்டும். இரண்டு மதிப்புகளும் சமமாக இருக்கும். ஒவ்வொன்றும் இரண்டு குவியத் தொலைவுகளுக்குச் சமமாகும்.

படம் 31-ல், $f = \frac{1}{2} OA = \frac{1}{2} OB$ ஆகும்.
$= $ செ.மீ.

4. $\frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ வரைப்பட முறை

$u-v$ முறை ஆய்வில் எடுத்த u, v ஆகியவற்றின் அளவுகளிலிருந்து, $\frac{1}{u}, \frac{1}{v}$ மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது $\frac{1}{u}$ அளவுகளை x அச்சிலும், $\frac{1}{v}$

அளவுகளை y-அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைப் படம் வரைய வேண்டும். படம்—32-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று ஓர் வரைப் படம் கிடைக்கும்.



படம் - 32

வரைப்படம் x அச்சை வெட்டும் புள்ளியில் கிடைக்கும் $\frac{1}{u}$ வின் மதிப்பு $\frac{1}{f}$ க்குச் சமம். அதேபோல் y அச்சை வெட்டும் புள்ளியில் கிடைக்கும் $\frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ஆகும்.

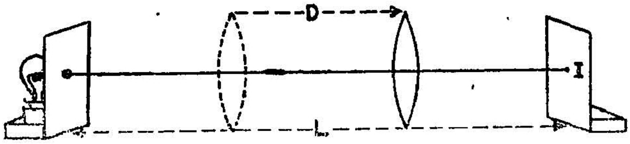
எனவே, $f = \frac{1}{OA} = \frac{1}{OB}$

= செ.மீ.

5. பரிமாற்றுக் குவியங்கள் முறை (Conjugate foci method).

வில்லையின் தோராயக் குவியத் தொலைவைவிட நான்கு மடங்குக்குச் சற்று அதிக இடைவெளி இருக்கும்படி ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பி வலையையும் வெண்திரையையும் வைக்கவேண்டும். ஆய்விற்குரிய வில்லையைத் திரைக்கும் கம்பிவலைக்கும் இடையில் கம்பி வலையின் உயரத்திற்குச் சமமான உயரத்தில் வைக்கவேண்டும். வில்லையின் நிலைகளை மாற்றிப் பெரிய அல்லது சிறிய தெளிவான கம்பிவலையின் பிம்பம் திரையில் விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வில்லை இருக்கும் இடத்தைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். பின்னர்,

வில்லையை மட்டுமே நகர்த்தி மற்றொரு நிலையில், திரையில் கம்பி வலையின் பிம்பம் தெளிவாக விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுதும் வில்லை இருக்கும் இடத்தைக் குறித்துக்கொள்ள



படம் - 33

வேண்டும். இடமாற்றம் D (வில்லையின் இரு நிலைகளுக்கும் இடையான தொலைவு) யைக் காணவேண்டும். கம்பி வலைக்கும் திரைக்கும் உள்ள இடைவெளித் தொலைவு L-ஐ அளந்து காண வேண்டும்.

இப்பொழுது குவியத்தொலைவு $= f \dfrac{L^2 - D^2}{L_4}$ செ.மீ.

கம்பிவலைக்கும் திரைக்குமுள்ள இடைவெளி L-க்கு வெவ்வேறு அளவுகளைக் கொண்டு, ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்திச் சராசரி குவியத்தொலைவு காணவேண்டும்.

முடிவுகள்

தொலைப்பொருள் முறையில் குவியத்தொலைவு = செ.மீ.
சமதள ஆடி முறையில் குவியத்தொலைவு = செ.மீ.
u, v முறையில் குவியத் தொலைவு = செ.மீ.
பரிமாற்று முறையில் குவியத் தொலைவு = செ.மீ.

எண்.	கம்பிக்கும் திரைக்கும் உள்ள தொலைவு L செ.மீ.	வில்லையின் இரு நிலைகளுக்கிடையிலுள்ள தொலைவு D செ.மீ.	$f = \dfrac{L^2 - D^2}{L}$
1			
2			
3			
4			
			சராசரி — f — செ.மீ.

20. குழி வில்லை - குவியத் தொலைவு

நோக்கம்

குழி வில்லையின் குவியத் தொலைவைக் காணல்.

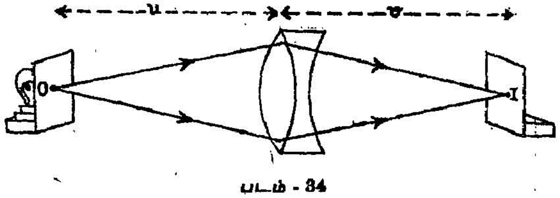
கருவிகள்

ஆய்விற்குரிய குழி வில்லை (Concave lens), குறைந்த குவியத் தொலைவுள்ள குவி வில்லை, ஒரு குழியாடி, ஒளியேற்றப்பட்ட கம்பி வலை, வெண் திரை முதலியன.

செய்முறை

1. குவி வில்லை இணைப்பு முறை (Convex lens combination method).

குறைந்த குவியத் தொலைவுள்ள ஒரு குழி வில்லையைக் கொடுக்கப்பட்டுள்ள குழி வில்லையுடன் நெருக்கமாக இணைத்து வைக்கவேண்டும். இந்த இரண்டு வில்லைகளும் இணைப்பிற்குப்



படம் - 34

பின் ஒரு குவி வில்லையினைப்போலச் செயல்படுகின்றதா என்று பார்க்கவேண்டும். இந்த இணைப்பு அமைப்பின் குவியத் தொலைவை (F) (குவி வில்லை ஆய்வில் விவரித்துள்ள) u, v முறைப்படி காண வேண்டும். இப்பொழுது f_1 குவி வில்லையின் குவியத் தொலைவு என்றும், f_2 காணவேண்டிய குழி வில்லையின் குவியத் தொலைவு

என்றும், F வில்லைகளின் இணைப்புக் குவியத்தொலைவு என்றும் கொண்டால்,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}.$$

u, v முறைப்படி எடுக்கப்பட்ட அளவுகளிலிருந்து F-ன் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட்டு, அந்த அளவைச் சமன்பாட்டில் இட்டு f_2-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். குழி வில்லையின் குவியத்தொலைவு f_2 எதிர்க்குறி உடையதாகக் கொள்வோம்.

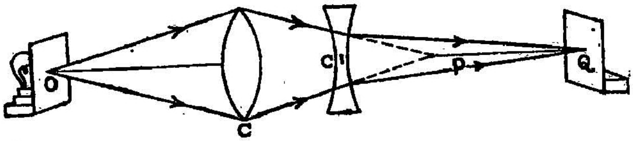
$$i.e.\ f_2 = v - e \quad \frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}.$$

$$f_2 = \frac{Ff_1}{F - f_1}.$$

குவியத் தொலைவைக் கண்டறியலாம்.

2. துணைக் குவி வில்லை முறை

ஒளியேற்றப்பட்ட கம்பிவலைக்குமுன்னால் ஒரு குவிவில்லையைத் தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்தி வைக்கவேண்டும். ஒரு வெண்தாள் திரையை வில்லைக்குப் பின்னால் வைத்து, முன்னும் பின்னும் நகர்த்திக் கம்பி வலையின் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இந்நிலையை P எனக்கொண்டு அதனைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். இப்பொழுது வெண்தாள் திரைக்கும் குவி வில்லைக்கும் இடையில் குவியத்தொலைவு காணவேண்டிய குழி வில்லையைத் தாங்கியில் பொருத்தி வைக்கவேண்டும். குழிவில்லை அதன்மேல் படும் கதிர்களை விரித்து விலகிச் செல்லச் செய்யுமாகை

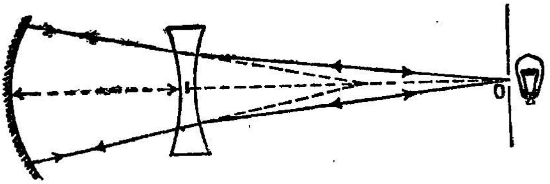


படம் - 35

யால் பிம்பம் முன்பிருந்த நிலையைவிட அதிகத் தொலைவில் உண்டாகும். எனவே, திரையை வில்லைக்கு எதிர்ப்புறத்தில் நகர்த்தி மீண்டும் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இந் நிலையை Q எனக் கொள்வோம்.

இப்பொழுது குழி வில்லையின்மேல் பட்ட கதிர்கள் P-யில் குவிவதுபோல் தோன்றும். எனவே, P-யில் உள்ள பிம்பம் ஒரு மாயப் பொருளாகவும், அதற்கான உண்மையான பிம்பம் குழி வில்லையால் Q-ல் உண்டாக்கப்பட்டதாகவும் ஆகும். இப்பொழுது C குழி வில்லையின் ஒளி மையம் என்றால், CP = u, CQ = v ஆகும். CP, CQ ஆகிய இரண்டு தொலைவுகளையும் அளக்க வேண்டும்.

ஆய்வினை வில்லைகளின் இடங்களை மாற்றி மீண்டும் சிலமுறை செய்து, அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும். இப்பொழுது $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்ற சமன் பாட்டின் u-வின் மதிப்பை எதிர்க்குறியுடன் இட்டு, குவியத் தொலைவினைக் கணக்கிடவேண்டும்.



படம் - 86

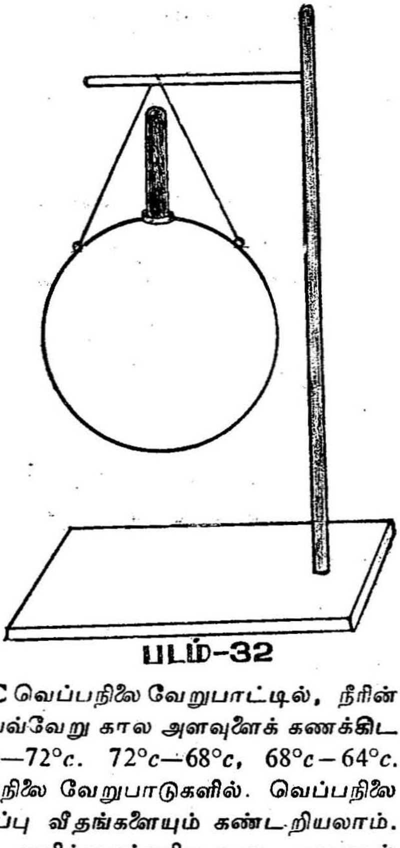
3. துணைக் குழியாடி முறை

குழியாடி குவியத்தொலைவு காணும் ஆய்வில் (ஆய்வு எண் 26) விவரித்துள்ள செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறையில் எடுத்துக் கொண்டு, குழியாடியின் வளைவு ஆரம் R-ஐக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர், குழியாடியை ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி ஒளியேற்றுப் பட்ட கம்பிவலையுடன் கூடிய திரைக்கு முன்னால் வைக்கவேண்டும். இரண்டுக்குமிடையேயுள்ள தொலைவைச் சரிசெய்து கம்பி வலையின் பிம்பம் I, அதன் அருகிலேயே திரையின்மீது விழும்படி செய்ய வேண்டும். பின்னர், குவியத் தொலைவு காணவேண்டிய குழி வில்லையை, குழியாடிக்கும் பொருளுக்கும் (கம்பி வலைக்கும்) இடையில் வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது வலையுடன் கூடிய திரையைக் குழி வில்லையினின்று அப்பால் எதிர்ப்புறம் நகர்த்தி, மீண்டும் தெளிவான பிம்பம் வலையின் அருகிலேயே விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது குழிவில்லையில் விலகல் அடைந்து செல்லும் கதிர்கள் குழியாடியின் மீது செங்குத்தாக விழுகின்றன.

மானியில் செருகவேண்டும். பின்னர் கலோரிமானியை (படம் 32-ல்) காட்டியுள்ளபடி ஒரு தாங்கியில் தொங்கவிடவேண்டும்.

வெப்பநிலை குறைந்து 80°c-ல் இருக்கும் பொழுது, ஒரு மணிபொறியை இயக்க வேண்டும். வெப்ப நிலை 78°-c, 76°-c குறையும் போது கால அளவீட்டுகளைக் குறித்து கொள்ளவேண்டும் அதாவது 80°c வெப்ப நிலையிலிருந்து 20°c அளவில் குறைந்து, 60°c வெப்பநிலை வரும்வரை கால அளவீடுகள் தொடர்ந்து, கவனமாகப் பதிவு செய்ய வேண்டும்.

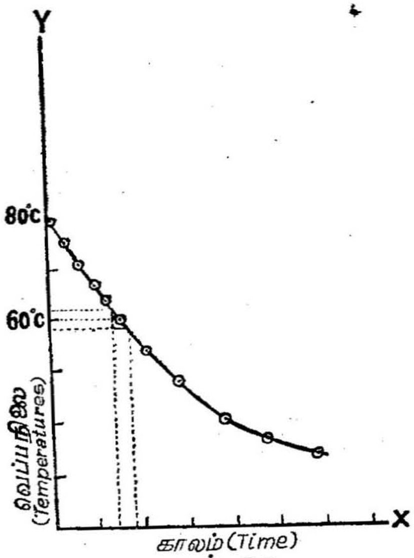


படம்-32

கணக்கீட்டு முறை

ஆகவே வெவ்வேறு வெப்ப நிலைகளுக்குரிய கால அளவீடுகள் அட்டவணையில் குறிக்கப் பட்டுள்ளன. வெப்பநிலை 80°c லிருந்து 76°cக்கு குறைவதற்கான கால அளவைக் கணக்கிடலாம். இங்ஙனம் 42°C வெப்பநிலை வேறுபாட்டில், நீரின் வெப்பநிலை குறைவதற்கான வெவ்வேறு கால அளவுளைக் கணக்கிட வேண்டும். 80°c—76°c, 76°c—72°c. 72°c—68°c, 68°c—64°c. 64°c—60°c இத்தகைய வெப்பநிலை வேறுபாடுகளில். வெப்பநிலை குறைவு வீதம் அல்லது குளிர்ப்பு வீதங்களையும் கண்டறியலாம். வெப்பநிலை குறைவான 4°c ஐ, குளிர்வதற்குரிய கால அளவால் வகுத்து வரும் பலனே குளிர்ப்பு வீதமாகும். இங்ஙனம் பல வெப்ப நிலை வேறுபாடுகளுக்குரிய, குளிர்ப்பு வீதங்கள் அட்டவணையில் பதிவு செய்யப்பட்டுள்ளன. 80°c வெப்பநிலையிலிருந்து 76°c வெப்ப நிலைக்குக் குளிரும் போது, பொருளின் நடுநிலை வெப்பநிலை 78°c என்றுகும். 76°c--72°c, 72°c—68°c, 68°c—64°c, 64°c—60°c, இவற்றிற்கு நடுநிலை வெப்பநிலைகளைக் கணக்கிடலாம். வெவ்வேறு வெப்பநிலை குறைவு வீதங்களும், அதனைச் சார்ந்த நடுநிலை வெப்ப நிலைகளும் அட்டவணையில் காணலாம். பின்னர் வெப்பநிலை குறைவு வீதத்தைச் சார்ந்த நடுநிலை வெப்பநிலைக்கும், சுற்றுப்புற

வெப்பநிலைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைக் கணக்கிட வேண்டும். இவை மிகுதி வெப்பநிலைகள் (excess of temperature) எனப்படும். குளிர்ப்பு வீதத்தை, மிகுதி வெப்பநிலையால் வகுக்க வரும் விடையைக் கணக்கிட வேண்டும். இந்த ஈவுகள் ஒரே சீராக, ஏறக்குறைய மாறாமல் அமையும். மாறாநிலை நியூட்டன் குளிர்ப்பு விதியை எண்பித்தலைச் சுட்டும்.

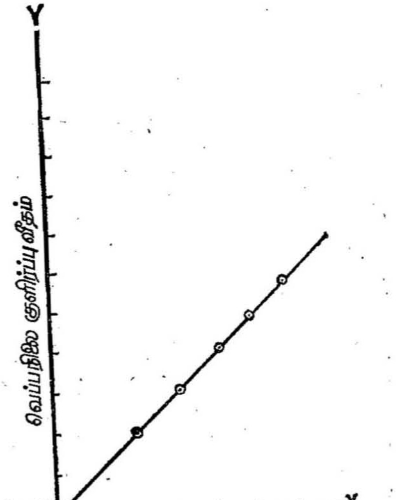


படம்-33

வரைப்பட முறை

பதிவு செய்யப்பட்ட கால அளவீடுகளை x அச்சிலும், வெப்பநிலை y-அச்சிலும் காலம் குறித்து, வெப்பநிலை புள்ளிகளை வரைப் படத்தில் காண்பிக்கவேண்டும். புள்ளிகளை இணைக்க, அவை ஒரு சீரான வளைகோட்டில் அமையும். இது குளிர்ப்பு வளைகோடு (Cooling curve) எனப்படும்

ஏதேனும் ஒரு வெப்பநிலையில் குளிர்ப்பு வீதத்தைக் கண்டறிய, அவ்வெப்பநிலைக்கு தொடர்பான, குளிர்ப்பு வளைகோட்டில் உள்ள புள்ளியில் வளைகோட்டிற்குத் தொடுகோடு ஒன்று வரைய வேண்டும். இத்தொடுகோடு இரு அச்சுகளை வெட்டும். ஆகவே வளைகோட்டின் சாய்வு (Slope of the curve), குளிர்ப்பு வீதம் என்றாகும். இங்ஙனம் ஒவ்வொரு வெப்பநிலைக்கும், வளைகோட்டிற்குத் தொடுகோடு வரைந்து, குளிர்ப்பு வீதத்தைக் கணக்கிடுதல் எளிதல்ல. மாறாக, எடுத்துக் காட்டாக 70°c வெப்பநிலையில் குளிர்ப்பு



படம்-34

வீதத்தைக் கண்டறிய, வெப்பநிலை 70-5°c லிருந்து 69-5°c வரை, குறிப்பாக 1°c வெப்பநிலை குறைவதற்கு உரிய கால அளவை வரைப்படத்திலிருந்து கணக்கிட்டு, வெப்பநிலை வேறுபாடான 1°C ஐ கால அளவால் வகுத்து வரும் ஈவு, 70°c வெப்ப நிலையில் ஏற்படும் குளிர்ப்பு வீதமாகும். இங்ஙனம் 78°c, 74°c, 70°c, 66°c 62°c, நடுநிலை வெப்பநிலைகளில், வெப்பநிலை குறைவு வீதங்களைக் கணக்கிடவேண்டும். பின்பு வெப்பநிலை குறைவு வீதத்தைச் சார்ந்த ஒவ்வொரு நடுநிலை வெப்பநிலைக்கும் சுற்றுப்புற வெப்ப நிலைக்கும் உள்ள வேறுபாட்டைக் கணக்கிடவேண்டும். இவ்வேறு பாடு மிகுதி வெப்ப நிலையாகும். ஆகவே மிகுதி வெப்பநிலைகளும், அதற்குரிய குளிர்ப்பு வீதங்களையும் அறிவோம். மிகுதி வெப்பநிலை களை x-அச்சிலும், குளிர்ப்பு வீதங்களை y-அச்சிலும் குறித்து, மிகுதி வெப்பநிலை-குளிர்ப்பு வீதம் புள்ளிகளை வரைப்படத்தில் காண் பித்து, புள்ளிகளை இணைக்க, அவைகள் நேர் கோட்டில் அமையும். இந்த நேர்கோடு வரைப்படத்தின் சுழியம் வழியாக ஏகும். குளிர்ப்பு வீதமும் மிகுதிவெப்பநிலையும் நேர் விகிதத்தில் உள்ளன. நியூட்டனின் குளிர்ப்பு விதியை எண்பித்ததாகும்.

முடிவு

நியூட்டனின் குளிர்ப்பு விதி எண்பித்தல்.

கணக்கீட்டு முறை

சுற்றப்புற வெப்பநிலை

திரவ வெப்பநிலை c°.	கால அளவீடுகள். நிமி.	கால அளவீடுகள். விநாடி.	$4^{\circ}c$ குறைவிற்க கால அளவு t. விநாடி.	குளிர்ப்பு வீதம் $\frac{4}{t}$.	நடுநிலை வெப்பநிலை.	மிகுதி வெப்பநிலை.	குளிர்ப்பு வீதம். / மிகுதி வெப்பநிலை.
80							
78							
76					78		
74							
72					74		
70							
68					72		
66							
64					66		
62							
60					62		

வரைப்பட முறை

சுற்றுப்புற வெப்பநிலை = °C.

நடுநிலை வெப்ப நிலை. °c.	1°c வெப்ப நிலைக்கு குளிர் கால அளவு l° விஞடி.	குளிர்ப்பு விதம் $\frac{1}{t}$.	மிகுதி வெப்ப நிலை.	குளிர்ப்பு விதம். / மிகுதி வெப்பநிலை.
78				
74				
70				
66				
62				

24. திரவத்தின் சுயவெப்பம் குளிர்ப்பு முறை.

நோக்கம்

குளிர்ப்பு முறைப்படி ஒரு திரவத்தின் சுய வெப்பத்தைக் காணல்.

கருவிகள்

கோளவடிவான கலோரிமானி, நீருள்ள கண்ணாடிக்குவளை, திரவமுள்ள குவளை, நுண்ணுனர் வெப்ப நிலைமானி, நிறுத்து மணிப்பொறி முதலியன.

செய்முறை

கோளவடிவான கலோரிமானி சுமார் 10 செ.மீ. குறுக்களவு கொண்டது. இந்த காலி கலோரிமானியின் எடையைக் காற்றில் நிறுத்துக்காணவேண்டும் (W_1) 90°c வெப்பநிலைக்கு மேல் சூடான நீரால் இக்கலோரிமானியை முழுவதும் நிரப்பவேண்டும். ஒரு நுண்ணுனர் வெப்பநிலை மானியைக் கலோரிமானியில் செருக வேண்டும். பின்னர் கலோரிமானியை படம் 32-ல் காட்டியுள்ள படி ஒரு தாங்கியில் தொங்கவிட வேண்டும்.

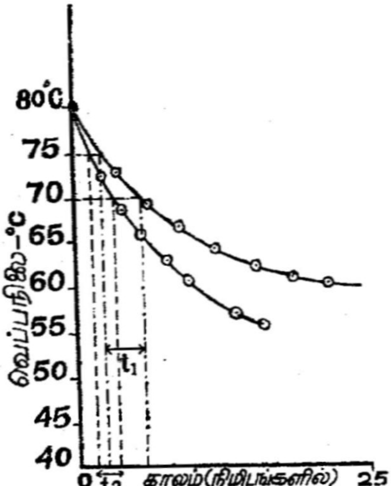
வெப்பநிலை குறைந்து 80°c-ல் இருக்கும்பொழுது ஒரு நிறுத்து மணிப்பொறியை இயக்கவேண்டும் வெப்பநிலை 78°c, 76°c .....க்கு குறையும்போது கால அளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். அதாவது 80°c வெப்ப நிலையிலிருந்து 2°c அளவில் குறைந்து, 60°C வெப்பநிலை வரும்வரை கால அளவீடுகளைத் தொடர்ந்து கவனமாகப் பதிவு செய்ய வேண்டும். கலோரிமானியை நீருடன் குளிரவைத்து, நிறுத்து எடைக்காண வேண்டும் (W_8).

அட்டவணை

நீர்குளிரும்பொழுது		திரவம் குளிரும்பொழுது.	
வெப்ப நிலை.	காலம்.	வெப்ப நிலை.	காலம்.
0	°c	0	80°c.
80	.	80	.
78	.	78	.
76	.	76	.
74	.	74	.
72	.	72	.
70	.	70	.
68	.	68	.
66	.	66	.
64	.	64	.
62	.	62	.
60	.	60	.

கலோரிமானியில் உள்ள நீரை வெளியே கொட்டிவிட்டு, உலர்த்தி, 90°*c*-க்கு மேல் சூடான சுயவெப்பம் காணவேண்டிய திரவத்தால் நிரப்பவேண்டும். முன்புபோல் தாங்கியில் தொங்க விட்டு, குளிர விடவேண்டும். குளிரும் பொழுது 2°*c*-க்கு ஒரு முறை காலஅளவீடுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும். இறுதியாகக் கலோரிமானியைத் திரவத்துடன் குளிரவைத்து எடை காணவேண்டும் (w_3).

அட்டவணையில் உள்ள அளவுகளைக் கொண்டு நீருக்கு ஒரு குளிர்ப்பு வளைகோடும் (Cooling curve) திரவத்திற்கு ஒரு குளிர்ப்பு வளைகோடும், ஒரே வரைப்படத்தில் வரையவேண்டும். (படம் 35) காலத்தை *x*-அச்சிலும், வெப்ப நிலையை *y*-அச்சிலும் எடுத்துக்கொண்டு வரைப் படத்தில் காலம்-வெப்ப நிலைகளுக்கான புள்ளிகளைக் குறிக்கவேண்டும். புள்ளிகளைச் சீரான ஒரு வளைக் கோட்டினால் இணைக்கவேண்டும். இவ்வாறே திரவத்திற்கும் புள்ளிகளைக் குறித்து குளிர்ப்பு வளைகோடு வரையவேண்டும்.



படம்-35

குளிர்ப்பு வளைகோடுகளில் இருந்து நீரும் திரவமும் 80°*c*-லிருந்து 75°*c*-க்கு குளிர்வதற்கு ஆன நேரத்தைத் தனித்தனியாகக் கணக்கிடலாம். இதே போல் 75*c*°-லிருந்து 70°*c*-க்கு குளிர்வதற்கும், 70°*c*-லிருந்து 65°*c*-க்கு குளிர்வதற்கும் ஆகும். நேரங்களையும் காணலாம்.

கணக்கீடு

காலி கலோரிமானியின் எடை $= W_1 =$

நீருடன் கலோரிமானியின் எடை $= W_2 =$

திரவத்துடன் கலோரிமானியின் எடை $= W_3 =$

கலோரிமானி உலோகத்தின் சுயவெப்பம் $= s =$

வரைப்படத்திலிருந்து,

நீர் 75°c-ல் இருந்து 70°-c-க்கு குளிர ஆன நேரம் } $= t_1 =$ விநாடிகள்.

திரவம் 75°c-ல் இருந்து 70°c-க்கு குளிர ஆன நேரம் } $= t =$ விநாடிகள்.

நீரும், திரவமும் 75°c-ல் இருந்து 70°c-க்கு குளிர்ந்துள்ளன. இரண்டின் வெப்பநிலையும் சுற்றுப்புற வெப்பநிலையை விட ஒரே அளவு அதிகமாகவுள்ளது. எனவே நியூட்டனின் குளிர்ப்பு விதிப் படி இருக்கும் திரவத்திற்கும் ஆன குளிர்ப்பு வீதம் சமம். ஆகையால், திரவத்தின் சுயவெப்பம் S எனில்,

$$\frac{[W_1 s + (W_2 - W_1)]\ (75-70)}{t_1} = \frac{[W_1 s + (W_3 - W_1)\ S]\ [75-70]}{t_2}$$

$$\therefore\ W_1 s + (W_3 - W_2)\ S = [(W_2 - W_1) + W_1 s] \times \frac{t_2}{t_1}$$

$$\therefore\ S = \frac{[W_2 - W_1) + W_1 s]\ \frac{t_2}{t_1} - W_1 s}{(W_3 - W_1)}$$

சமன்பாட்டின் அளவுகளை நிரப்பி S-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

இதேபோல் 70°-cலிருந்து 65°c-க்கும், 65°c-லிருந்து 60°-cக்கும், குளிர ஆகும் நேரங்களை வரைப்படத்திலிருந்து கண்டு, S-ன் மதிப்புகளைக் கணக்கிடலாம். பின்னர் S-ன் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

திரவத்தின் சுயவெப்பம் = S =

25. தாமிரத்தின் வெப்பக்கடத்துத் திறன்.

நோக்கம்

தாமிரத்தின் வெப்பக் கடத்துத் திறனைச் சேர்லின் கருவியைப் (Searles apparatus) பயன்படுத்திக் காணல்.

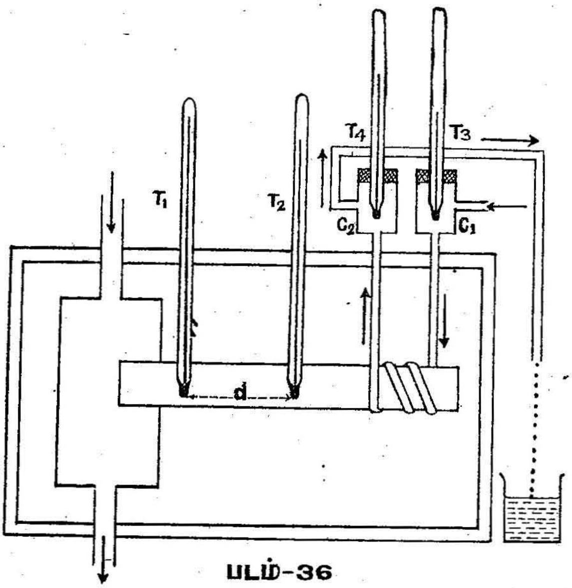
கருவிகள்

சேர்லின் கருவி, மாறா அழுத்த முகடுத் தொட்டி (constant pressure head reservoir), வெப்பநிலைமானிகள், நிறுத்து மணிப் பொறி முதலியன.

விளக்கம்

கடத்துத் திறன் காணவேண்டிய உலோகம் சுமார் 3° செ.மீ. நீளமும் சுமார் 5 செ.மீ. குறுக்களவும் உடைய தண்டு வடிவமாக உள்ளது. இதன் ஒரு முனை ஒரு கனச் செவ்வக நீராவி அறையி னுள் (படம் 36) அமைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்த நீராவி அறையி னுள் நீராவி உள் நுழைந்து வெளியேறுவதற்கான வழிகள் உள் ளன. உருளையின் மறுமுனையில் ஒரு குறுகிய தாமிரக் குழாய் சுருள் இணைக்கப்பட்டுள்ளது. குழாய்ச் சுருளின் இருமுனைகளில் இரண்டு உருளை வடிவக் குப்பிகளில் (c_1, c_2) உள்ளன. இக் குப்பி களின் பக்கவாட்டில் சிறு குறுகிய குழாய்கள் பொருத்தப்பட்டும் வாய்கள் திறந்தும் உள்ளன. திறந்துள்ள வாய்கள் ஒரு துளையுள்ள அடைப்பான்களால் மூடப்பட்டுள்ளன. அந்தத் துளைகளின் வழி யாக வெப்பநிலைமானிகள் (T_3, T_4) செருகப்பட்டுள்ளன. ஒரு குப்பி C_1, அதிலுள்ள குறுகிய குழாய் வழியாக ஒரு மாறா அழுத்த முகடுத் தொட்டியுடன் ரப்பர் குழாயால் இணைக்கப்பட்டுள் ளது. மற்றொரு குப்பி C_2 வில் உள்ள குறுக்குக் குழாயில் ஒரு ரப்பர் குழாய் இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

இந்த அமைப்பினுல் மாறு அழுத்த முகடுத் தொட்டியிலிருந்து ஓர் குழாய்ச் சுருளில் பாய்ந்து, இரண்டாவது குப்பி C_2-ல் இணைக் கப்பட்டுள்ள ரப்பர் குழாய் வழியாக வெளியேறுகின்றது. இப்பொழுது வெப்பநிலைமானி T_3-ஆல் உள்ளே நுழையும் நீரின்



படம்-36

வெப்ப நிலையையும், T_4-ஆல் வெளியேறும் நீரின் வெப்ப நிலையை யும் காண இயலும்.

தாமிரத் தண்டில் சுமார் 10 செ.மீ. இடைவெளிவிட்டு தண் டின் நீளத்திற்குச் செங்குத்தாக இரண்டு துளைகள் உள்ளன. இத் துளைகளில் இரண்டு சிறிய தாமிரக் குழாய்கள் செருகப்பட்டுள் ளன. இக் குழாய்களில் சிறிதளவு பாதரசம் வைக்கப்பட்டு இரண்டு வெப்ப நிலைமானிகள் (T_1, T_2) செருகப்பட்டுள்ளன. பாதரசம் வெப்பநிலைமானிகளின் குமிழ்களுக்கும் தாமிரத் தண் டிற்கும் இடையில் நல்ல தொடர்பினை ஏற்படுத்துகின்றது.

இந்த அமைப்புகள் ஒரு கணச் செவ்வக மரப் பெட்டியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. பெட்டியில் உள்ள வெற்றிடம் நன்ருக அழுத்தப்பட்ட கம்பளியால் நிறைக்கப்பட்டிருக்கின்றது. இது வெப்பம் கடத்தல் முறையிலோ அல்லது சுழற்சி முறையிலோ வெளியேருவண்ணம் தடுக்கின்றது.

செய்முறை

நீராவிப் பெட்டியின் உள் வழியை நீராவிக் கொதிகலனுடன் இணைக்கவேண்டும். தாமிரச் சுருள் குழாயின் உள்வழியை மாறா அழுத்த முகடுத் தொட்டியுடன் இணைக்கவேண்டும்.

நீராவிக் கொதிகலனை வெப்பப்படுத்தவேண்டும். நீராவி அறையில் புகுந்து வெளியேறும். இதனால் நீராவிப் பெட்டியில் நீட்டிக்கொண்டுள்ள தாமிரத்தண்டின் பகுதி வெப்பமடையும். இந்த வெப்பம் தண்டின் வழியாகத் தண்டின் மறுமுனைவரைக் கடத்தப்படும். இதனால் தண்டின் வெப்ப முனையிலிருந்து தண்டின் நீளவாக்கில் உள்ள வெவ்வேறு புள்ளிகள் வெவ்வேறு வெப்ப நிலைக்கு வெப்பப்படுத்தப்படும். இதனால் தண்டின்மீது செருகப் பட்டுள்ள வெப்ப நிலைமானிகள் (T_1, T_2) இரண்டிலும் வெப்பநிலை உயர்ந்து வெவ்வேறு அளவுகளைக் காட்டும். வெப்பம் மறுமுனை வரை கடத்தப்படுவதால் குழாய் சுருளின் உள் நுழையும் நீரும் வெப்பமடைந்து வெளியேறும்பொழுது வெப்பநிலை உயர்ந்திருக்கும். இந்த வெப்ப நிலைகளை வெப்பநிலைமானிகள் T_3, T_4 இரண்டும் காட்டுகின்றன.

நீராவிப் பெட்டியினுள் நீராவி தொடர்ந்து பாய்ந்து கொண்டும், மாறா அழுத்த முகடுத் தொட்டியிலிருந்து நீர் குழாய்ச் சுருள் வழியாக சம காலங்களில் சமகன அளவுகள் உள்ள நீர் பாய்ந்து வெளியேறிக்கொண்டும் இருந்தால் சுமார் 15 அல்லது 20 மணித் துளிகளில் (minutes), கருவியில் பொருத்தப் பட்டுள்ள நான்கு வெப்ப நிலைமானிகளும். நிலையான வெப்ப அளவுகளைக் காட்டும். இந்த வெப்ப நிலைகளைக் கண்டறிய வேண்டும். வெப்பநிலைமானிகள் T_1, T_2 இரண்டும் காட்டும் நிலையான அளவுகளை முறையே θ^1, θ_1 என்றும், T_4, T_3 இரண்டும் காட்டும் அளவுகளை முறையே θ_3, θ_4 என்று கொள்வோம்.

பின்னர் எடை கண்ட ஒரு கண்ணாடிக் குவளையைக் குப்பி C_2 விலிருந்து நீர் வெளியேறும் இடத்தில் வைக்க வேண்டும். மணிப்பொறியைப் பயன்படுத்தி ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்கு [காலம் விநாடிகளில்] நீரைக் குவளையில் திரட்ட வேண்டும். பின்னர் நீருடன் குவளையின் எடையைக் காணவேண்டும். இந்த எடைக்கும் வெற்றுக் குவளையின் எடைக்கும் உள்ள வேறுபாடு, குவளையில் திரண்ட திரவத்தின் எடையாகும். இதனைக் காலத்தால் வகுத்து ஒருநொடியில் திரளும் நீரின் எடை கிடைக்கும்.

அழுத்த முகட்டை மாற்றி நீரின் வேகத்தை மாற்றவேண்டும் இதனுல் ஒரு நொடியில் பாயும் நீரின் கன அளவு மாறும். இதனுல் வெப்ப நிலைமானி T_4 காட்டும் வெப்பநிலை அளவு மாறும். இதனுல் T_3 காட்டும் அளவிற்கும் T_4 காட்டும் அளவிற்குமான வேறுபாடு மாறும். எனவே வெப்பநிலைகளின் மாறிய அளவுகளைக் கண்டு குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர் முன்போல் எடை கண்ட கண்ணுடிக் குவளையில் வெளியேறும் நீரினை ஒரு குறிப்பிட்ட காலத்திற்குக் கணக்கிட்டு, ஒரு நொடியில் பாயும் நீரின் எடையைக் காணவேண்டும்.

இம்மாதிரி அழுத்த முகட்டை மாற்றி மாறும் வெப்பநிலைகளின் வேறுபாட்டையும், அந்தந்த வெப்ப நிலைகளில் ஒரு நொடியில் பாயும் நீரின் எடைக்காணவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணையில் பதிவு செய்து வெப்ப நிலைமானிகள் T_3, T_4 இரண்டும் காட்டும் வெப்பநிலைகளின் வேறுபாட்டை, ஒரு நொடியில் பாயும நீரின் எடையால் பெருக்கிவந்த மதிப்பு ஒரு மாறு எண் எனக்காட்ட வேண்டும்.

பின்னர் நீராவியை நிறுத்தி தாமிரத் தண்டினைக் குளிர வைத்து, வெப்பநிலைமானிகள் T_1, T_2 சொருகப்பட்டுள்ள துளைகளுக்குக் கிடையான தூரம் d-யைக் அளக்கவேண்டும். மேலும் வெர்னியர் அளவு கோலைப் பயன்படுத்தி தண்டின் சராசரி விட்டத்தைக்காணவேண்டும். இதிலிருந்து அதன் ஆரத்தைக் கணக்கிட்டு பின்னர் அதன் குறுக்கு வெட்டுமுகப்பரப்பு A-யை ($A = \pi r^2$) கணக்கிடவேண்டும்.

இப்பொழுது அட்டவணையின் கடைசி கட்டத்தில் கிடைத்த மாறு எண்ணையும், மற்ற அளவுகளையும், கடத்துத்திறன் காணப் பயன்படுத்தும் சமன் பாட்டில் இட்டு, கணக்கிட்டு காண வேண்டும்.

முடிவு

தாமிரத்தின் வெப்பக்கடத்துத்திறன் எண் = K =
கலோரிகள்/ஓரலகு வெப்பநிலை வாட்டம்

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

காலிக்குவளையின் எடை = w_1 = கிராம்.

எண்.	வெப்பநிலைமானி T_3-யின் வெப்பநிலை $(\theta_3)^\circ c$	வெப்பநிலைமானி T_4-யின் வெப்பநிலை $(\theta_4)^\circ c$	வேறுபாடு $(\theta_4 - \theta_3)^\circ c$	குவளையில் நீர் திரளும் காலம் (t) நொடிகள்.	நீர் + குவளையின் எடை w_2 (கிராம்).	நீரின் எடை $(w_2 - w_1)$ (கிராம்).	ஒரு நொடியில் பாயும் நீரின் எடை $\left(\frac{w_2 - w_1}{t}\right) = m$.	ஒரு நொடியில் பாயும் நீர் ஏற்றுக் கொண்டவெப்பம். $= m \times (\theta_4 - \theta_3)$
1								
2								
3								
4								
							சராசரி =	

வெப்பநிலைமானி T_1 காட்டும் நிலையான வெப்பநிலை $= \sigma_1 =$

வெப்பநிலைமானி T_2 காட்டும் நிலையான வெப்பநிலை $= \sigma_2 =$ °C

$T_1 - T_2$ இரண்டுக்கும் இடையேயுள்ள தண்டின் நீளம். $= d =$ செ.மீ.

தண்டின் ஆரம் $= r =$ செ.மீ.

∴ தண்டின் குறுக்கு வெட்டு முகப்பரப்பு (A) $= \pi r^2 =$ ச.செ.மீ.

தாமிரத்தின் வெப்பக்கடத்துத்திறன் K-எனக்கொண்டால் தண்டின் ஒரு குறுக்கு வெட்டு பரப்பை ஒரு வினாடியில் கடக்கும் வெப்ப அளவு (*Q*) கீழ்க்கண்ட சமன்பாட்டில் கிடைக்கும்.

$$Q = \frac{K \times A \times (\theta_1 - \theta_2)}{d} \text{ கலோரிகள்}$$

ஒரு நொடியில் பாயும் நீர் எடுத்துக் கொண்ட வெப்பம்

$$= m \times (\theta_4 - \theta_3) \text{ கலோரிகள்.}$$

தண்டின் எல்லா பாகமும் நிலையான வெப்பநிலையை அடைந்து விட்டமையால் இந்தக்கடத்திய வெப்பம் முழுவதும் பாயும் திரவத்தால் ஏற்றுக்கொள்ளப்படுகின்றது. எனவே இந்த இரண்டு அளவுகளும் சமம்.

எனவே,

$$\frac{K \times A \times (\theta_1 - \theta_2)}{d} = m\,(\theta_4 - \theta_3)$$

$$\therefore K = \frac{m\,(\theta_4 - \theta_3) \times d}{A\,(\theta_1 - \theta_2)}$$

$$= \text{கலோரிகள்/ஓரலகு வெப்ப நிலை வாட்டம்,}$$

26. கோளக ஆடிகள்.

நோக்கம்

குழியாடி (Concave mirror) குவிஆடி (Convex mirror) ஆகியவற்றிற்கு குவியதூரம் (Focal length) காணல்.

கருவிகள்

குவியதூரம் காணவேண்டிய குழி குவி ஆடிகள், தாங்கிகள், ஒரு சமதள ஆடி, ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலை அமைப்பு, வெண் திரை (White Screen) மீட்டர் கோல் முதலியன.

(அ) குழியாடியின் குவிய தூரம்

(1) தொலை பொருள் குவிய முறை—(Distant object method)

தாங்கியில் ஒரு குழியாடியைப் பொருத்தி மிகத் தொலைவில் உள்ள ஒரு பொருளை நோக்கி வைக்கவேண்டும். குழியாடியின் எதிரில் ஒரு வெண்திரையை வைக்கவேண்டும். திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தித் தொலைப்பொருளின் தெளிவான சிறிய பிம்பம் திரையில் விழும்படிச் செய்யவேண்டும்.

தொலைப் பொருளினின்று ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வரும் கதிர்கள் எதிரொளிப்புக்குப்பின் ஆடியின் எதிரில் முக்கிய அச்சின் மீது ஒரு பொருளில் குவியுமாகையால், இப்பொழுது ஆடிக்கும் திரைக்கும் இடைப்பட்ட தூரம் குழியாடியின் தோராயமான குவிய தூரமாகும்.

∴ குழி ஆடியின் குவிய தூரம் $= f =$ செ.மீ.

(2) செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறை—(Normal reflection method)

ஆடியின் வளைவு மையத்தில் வைக்கப்படும் பொருளின் பிம்பம் எதிரொளிப்புக்குப் பின், ஆடியின் வளைவு மையத்திலேயே சம

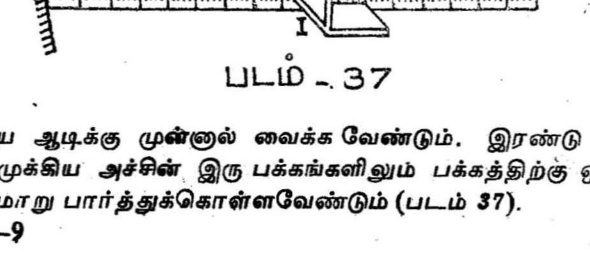
அளவில் தலைகீழாகத் தோன்றும் என்னும் தத்துவம் இங்குப் பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இதற்கான காரணம், வளைவு மையத்தில் உள்ள பொருளிலிருந்து புறப்படும் ஒளிக் கதிர்கள் ஆடியின் பரப்பில் செங்குத்தாக விழும். அவ்வொளிக் கதிர்கள் அதே திசையில் மீண்டும் எதிரொளிக்கப்படும். எனவே பிம்பம் வளைவு மையத்திலேயே உண்டாகும்.

இவ்வாய்வில், ஒரு வெண்திரையில் வெட்டப்பட்டுள்ள ஒரு துளையில் பொருத்தப்பட்டுள்ள கம்பிவலை உள்பக்கமாக ஒரு மின் விளக்கினால் ஒளியூட்டப்படுகின்றது. இந்த ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பி வலையே பொருளாக (object)ப் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. குழியாடியை ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பி வலைக்கு முன்னால் வைக்க வேண்டும். ஆடி மையமும் கம்பி வலையும் ஒரே உயரத்தில் இருக்குமாறு செய்ய வேண்டும். பின்னர் ஆடிக்கும் வெண்திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தை, தெளிவான கம்பிவலையின் பிம்பம், வெண்திரையில் கம்பி வலைக்கு அருகிலேயே விழுமாறு, சரிசெய்ய வேண்டும். இப்பொழுது ஆடிக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரத்தை அளக்க வேண்டும். இது ஆடியின் வளைவு ஆரம் R-ஆகும். இதில் பாதியைக் கணக்கிட்டால் அதுவே ஆடியின் குவிய தூரமாகும்.

$$\therefore \text{ஆடியின் குவிய தூரம்} = f\ \frac{R}{2} = \text{செ.மீ.}$$

(3) U-V முறை

குழியாடியைத் தாங்கியில் பொருத்தி ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பி வலைத் திரைக்கு முன்னால் வைக்கவேண்டும். மற்றுமொரு வெண்



படம் - 37

திரையை ஆடிக்கு முன்னால் வைக்க வேண்டும். இரண்டு திரைகளும் முக்கிய அச்சின் இரு பக்கங்களிலும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இருக்குமாறு பார்த்துக்கொள்ளவேண்டும் (படம் 37).

முன்பே குழியாடியின் தோராயமான குவிய தூரம் தெரியுமாகையால், u-வுக்கு (ஆடிக்கும் பொருளுக்குமிடையேயுள்ள தூரம்) குவிய தூரத்தைவிட அதிகமான அளவுகளை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். பின்னர் u-வின் மதிப்பை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவில் வைத்து திரையில் கம்பி வலையின் தெளிவான பிம்பம் விழுமாறு திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்த வேண்டும். இப்பொழுது ஆடிக்கும் திரைக்கு மிடையேயுள்ள தூரம் (v) ஆகும். இதனை அளந்து குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். இவ்வாறு u-வை வெவ்வேறு அளவாகக்கொண்டு அதற்கொப்ப உள்ள தூரம் u-யைக் காணவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும்.

அட்டவணையிலிருந்து கிடைக்கும் ஒவ்வொரு u-v அளவுகளைக் கொண்டு $f = \frac{u\,v}{u+v}$ என்ற சமன்பாட்டில் நிரப்பி f-ன் மதிப்புகளைக் காணவேண்டும், இவற்றின் சராசரியைக் காணவேண்டும்.

முடிவு

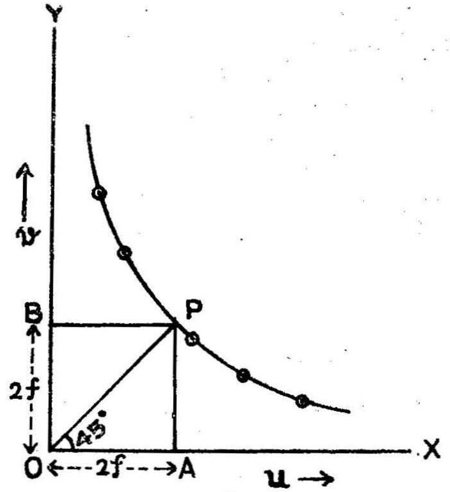
ஆடியின் சராசரி குவிய தூரம் = செ.மீ.

எண்.	u. செ. மீ.	v செ. மீ.	$f = \frac{u\,v}{u+v}$ செ. மீ.
1			
2			
3			
4			
5			
			சராசரி = f = செ. மீ.

வரைப்பட முறை

முன் ஆய்வில் கிடைத்த u-வின் மதிப்புகளை x-அச்சிலும், v-யின் மதிப்புகளை y-அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைப்படம் வரைய வேண்டும். x, y இரண்டு அச்சுக்களிலும் சமதூரங்கள் சமமதிப்பு

களைக் குறிக்குமாறு அளவுகளைஎடுத்துக் கொள்ளவேண்டும். வரைப் படம், (படம் 38-ல்) காட்டியுள்ளபடி கிடைக்கும். இப்பொழுது xoy-க்கு ஒரு சமவெட்டி (bisector) வரைப்படத்தை P-யில் தொடு



படம் - 38

மாறு வரையவேண்டும். P-யின் u v மதிப்புகளை வரைப்படத்திலிருந்து கண்டறியலாம். u v இரண்டின் மதிப்புகளும் ஒன்றாக இருக்கும். இவை ஒவ்வொன்றும் இரண்டு குவியதூரங்களுக்குச் சமமாகும். இந்த அளவுகளிலிருந்து சராசரி குவிய தூரத்தைக் கணக்கிடலாம்.

$$\text{குவியதூரம் } f = \frac{OA}{2} = \text{ செ.மீ.}$$

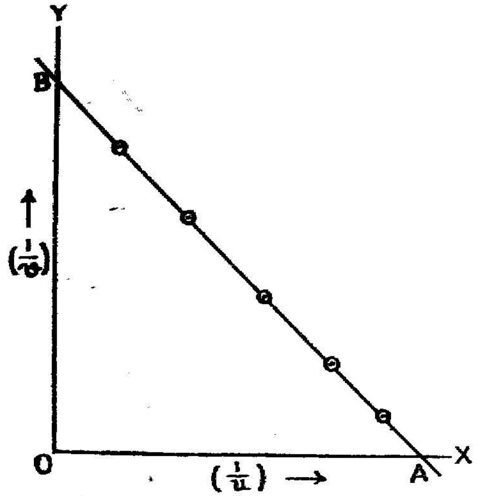
$$= \frac{OB}{2} = \text{ செ.மீ.}$$

(5) $\frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ வரைப்பட முறை.

<u>u-v ஆய்வு முறையில் கிடைத்த,</u>

u, v ஆகியவற்றின் மதிப்பைக் கொண்டு $\frac{1}{u}, \frac{1}{v}$ மதிப்புக்களைக் கணக்கிட வேண்டும். $\frac{1}{u}$ மதிப்புகளை X அச்சிலும் $\frac{1}{v}$ மதிப்பு

களை y-அச்சிலும், சம அளவுகளைக்கொண்டுஒரு வரைப்படம் வரைந்தால் (படம்-39)ல் காட்டியுள்ளபடி கிடைக்கும். புள்ளிகளைச் சேர்க்கும் நேர்கோடு X-அச்சை, A-விலும் Y-அச்சை B-யிலும்



படம்-39

வெட்டுகின்றன.இப்பொழுது OA, OB ஆகியவைகளின் மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். புள்ளி A-வுக்கு ஆன $\frac{1}{u}$ யின் மதிப்பு சுழியம் (Zero). எனவே, $\frac{1}{u} = \frac{1}{f}$. அதேபோல் B-க்கு ஆன $\frac{1}{u}$ மதிப்பு சுழியம் (Zero). எனவே $\frac{1}{u} = \frac{1}{f}$.

எனவே $\frac{1}{f} = OA = OB$ அல்லது $f = \frac{1}{OA} = \frac{1}{OB}$,

இரண்டையும் கணக்கிட்டு சராசரி குவிய தூரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

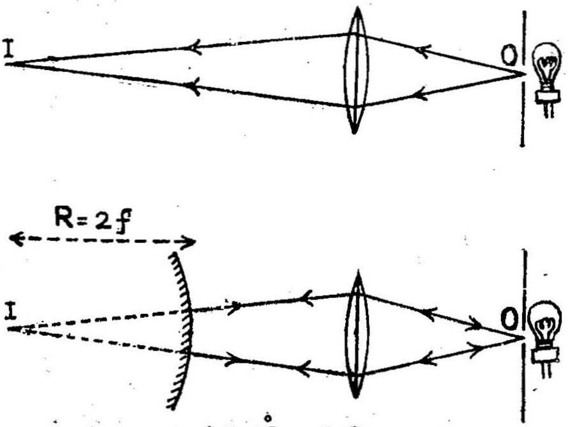
குவிய தூரம் f = செ. மீ.

(ஆ) குவியாடியின் குவிய தூரம்

(i) துணையில்லை முறை

ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பி வலைக்கும் திரைக்கும் இடையில் ஒரு குவி வில்லையை (convex lens) வைக்கவேண்டும். கம்பி வலையின்

தெளிவான பிம்பம் திரையில் விழும்படிச் செய்யவேண்டும் (படம் 40). கம்பி வலையின் இடத்தையோ அல்லது திரையின்



படம் - 40

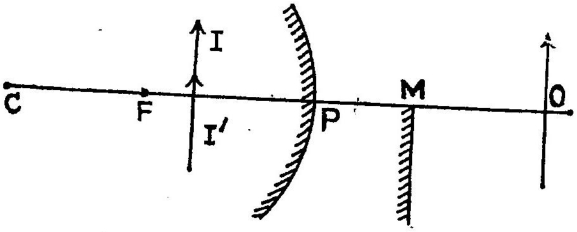
இடத்தினையோ மாற்றாமல் ஒரு குவி ஆடியை வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையில் ஒரே அச்சில் இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். பின்னர் கம்பிவலையின் பிம்பம் தெளிவாகக் கம்பி வலைக்குப் பக்கத்திலேயே படும்படி குவி ஆடியை நகர்த்தி சரிசெய்யவேண்டும். இப்பொழுது ஆடிக்கும் திரைக்குமுள்ள தூரத்தை (R) அளக்க வேண்டும். இந்த தூரத்தில் பாதி, குவிய தூரம் f-ஆகும்.

வில்லையை வேறு இடங்களில் வைத்து ஆய்வினை மீண்டும் சில முறை செய்ய வேண்டும். இதிலிருந்து சராசரி குவிய தூரத்தைக் கணக்கிடலாம். குவியாடியின் குவிய தூரம் $f = \frac{1}{2} R =$ செ.மீ.

(2) இடமாறு தோற்றமுறை—(parallax method)

பளப்பளப்பான நீண்ட ஊசி (O) ஒன்றினை ஆய்விற்கான குவி ஆடிக்கு முன்னால் நிறுத்தவேண்டும். ஊசியின் பிம்பத்தை (I) ஆடியில் பார்க்க வேண்டும். பின்னர் சமதள ஆடியைக் குவி ஆடி

யின் கீழ் பாதியை மறைக்கும்படி (படம் 41) ஊசிக்கும் குவி ஆடிக்கும் இடையில் வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது I-யும்



படம் - 41

ஊசியின் கீழ்பாதியின், சமதள ஆடியில் தெரியும். மாய பிம்பம் I_1யையும் காணலாம். இந்த இரண்டு பிம்பங்களையும் (I, I_1) ஒரே குத்துக் கோட்டில் இணைந்து இருக்கும்படி சமதள ஆடியினைச் சரி செய்யவேண்டும். இரண்டு பிம்பங்களுக்கும் இந்நிலையில் இட மாறு தோற்றம் இராது. இரண்டு மாய பிம்பங்களும் ஒரே இடத்தில் தோன்றுகின்றன. இப்பொழுது குவி ஆடிக்கும் சம தள ஆடிக்கும் உள்ள தூரம் a-யையும், சமதள ஆடிக்கும் ஊசிக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் d-யையும் அளக்க வேண்டும். குவி ஆடிக்கு முன்னுல் உள்ள ஊசியின் தூரத்தை மாற்றி அமைத்து ஆய்வினை சில முறைகள் செய்ய வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி சராசரி குவிய தூரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

துணை வில்லை முறை

எண்.	ஆடிக்கும் திரைக்கும் உள்ள தூரம் R செ. மீ.	குவிய தூரம் $f = \frac{R}{2}$ செ. மீ.
1		
2		
3		
4		
		சராசரி = செ. மீ.

இடமாறு தோற்ற முறை

குவியாடி எதிரொளிப்புக்கு,

$$U = PO = a + d$$
$$V = PI = MI - PM \quad \text{(படம் 37)}$$
$$= MO - PM$$
$$= (d - a).$$

ஆனால்

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{u} + \frac{1}{v}$$

இச்சமன்பாட்டில் f-ம் v-யும் எதிர்குறி ; u-நேர்க்குறி (+). எனவே,

$$-\frac{1}{f} = \frac{1}{(a+d)} - \frac{1}{(a-d)}$$

அல்லது

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{(d-a)} - \frac{1}{(a+d)}$$
$$= \frac{2a}{d^2 - a^2}$$
$$\therefore f = \frac{d^2 - a^2}{2a}$$

எண்.	குவி ஆடிக்கும் சமதள ஆடிக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் (a) செ. மீ.	சமதள ஆடிக்கும் ஊசிக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் (d) செ. மீ.	$f = \frac{d^2 - a^2}{2a}$ செ. மீ.
1			
2			
3			
4			

சராசரி = f = செ.மீ.

முடிவுகள்

குவியாடியின் குவிய தூரம் = செ.மீ.
குவியாடியின் குவிய தூரம் = செ.மீ.

27. ஒளி விலகல் எண்

நோக்கம்

நுண்ணோக்கியைப் பயன்படுத்தி கண்ணாடிக்கும், நீருக்கும் ஒளி விலகல் எண்களை (Refractive index).

கருவிகள்

நகரும் நுண்ணோக்கி (Travelling microscope), மரத்தூள் உள்ள பெட்டி, செவ்வகக் கண்ணாடிக்கலம், செவ்வகக் கண்ணாடிப் பலகை (Rectangular glass slab), நீருள்ள குவளை முதலியன,

விளக்கம்

நகரும் நுண்ணோக்கி ஒரு செங்குத்தான தூணின் மீது, அதனுடைய அச்சு நிலைக்குத்தாக (Vertical) இருக்கும் வண்ணம் நகருகின்றது. இந்தத்தூண் மட்டத்திருகுகளுடன் கூடிய ஒரு கிடைப் பலகையின் மீது பொருத்தப்பட்டுள்ளது. கிடைப்பலகையின் மீது உள்ள அமைப்பினுல் நுண்ணோக்கி செங்குத்துத் தூணுடன் பக்கவாட்டிலும் நகர இயலும். இப்படிக்கு நகரும் பொழுது தூணுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு சிறு வெர்னியர் அளவுகோல், கிடைப்பலகையின் மேல் உள்ள ஒரு மூலக்கோலின் மேல் நகருகின்றது. இதேபோன்று நுண்ணோக்கியுடனே இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு வெர்னியர் கோல், தூணின் மேல் உள்ள மூலக்கோலின் மேல் நகருகின்றது. இந்த அளவு கோல்களினுல் நுண்ணோக்கி பக்கவாட்டில், மேலும் கீழும் நகர்த்தப்படும்பொழுது நகர்ந்த தூரங்களைத் துல்லியமாக அளக்கலாம்.

மேலும் நுண்ணோக்கியுடன் இணைந்துள்ள வெர்னியரை நுண்ணோக்கியுடன் சேர்த்து வேண்டிய இடத்தில் நிலையாகப் பொருத்த ஒரு திருகும், அப்படி பொருத்திய பின்னர் சிறிதளவு உயர்த்தவோ

தாழ்த்தவோ ஒரு நுண்ணிய திருகு அமைப்பும் (fine screw arrangement) உள்ளது. இதே போன்ற அமைப்பு பக்கவாட்டில் நகர்த்தவும் உள்ளது.

செய்முறை

செவ்வகக் கண்ணாடிப் பலகை

நுண்ணோக்கியின் அடிப்பலகையின் மீது ஒரு மையப்புள்ளியுடன் கூடிய ஒரு துண்டு தாளை, மைப்புள்ளி நுண்ணோக்கியின் பொருளருகிக்கு (objective) நேர்கீழே இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். மைப்புள்ளியின் பிம்பம் மிகத் தெளிவாகத் தெரியும்படி நுண்ணோக்கியினை மேலும் கீழும் நகர்த்தி சரி செய்ய வேண்டும். தெளிவான பிம்பம் தெரிந்தவுடன் நுண்ணோக்கியினைத் திருகின் மூலம் இறுக்கிப் பொறுத்த வேண்டும். இப்பொழுது குத்து அளவு கோலில், மூலக்கோல் அளவினையும், வெர்னியர் இணையும் பிரிவினையும் கண்டு, துல்லியமான அளவினை (A)-க் கணக்கிட வேண்டும். பின்னர் செவ்வகக் கண்ணாடிப்பலகையை மைப்புள்ளியுள்ள தாளின் மீது வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது மைப்புள்ளியின் நுண்ணோக்கியில் தெரியும் பிம்பம் தெளிவாக இராது. பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியும்படி நுண்ணோக்கியைச் சற்று உயர்த்தி சரிசெய்ய வேண்டும். முன்போல் நுண்ணோக்கியினைத் திருகின் மூலம்பொருத்தி இந்நிலையில் பின்னர் அளவினைக் (B) கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர் கண்ணாடிப் பலகையின் மீது சிறிதளவு மரத்தூளைத் தெளிக்கவேண்டும். நுண்ணோக்கியை உயர்த்தி மரத்தூளின் பிம்பம் தெளிவாகத் தெரியும்படி சரிசெய்ய வேண்டும். இப்பொழுது நுண்ணோக்கி பொருந்தும் குத்துக்கோல் அளவினைக் (c)கணக்கிடவேண்டும்.

[இதனால், கண்ணாடிப் பலகையின் உண்மையான

தடிப்பு = C—A.

கண்ணாடிப் பலகையின் தோற்றத் தடிப்பு = C—B.

$$\text{ஆகையால் ஒளிவிலகல் எண் } (\mu) = \frac{C-A}{C-B}$$].

இவ்வாறே, நுண்ணோக்கியின் துவக்க உயரங்களை வேறுபடுத்தி, ஆய்வினை மீண்டும் செய்து கிடைக்கும் அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி கண்ணாடிப் பலகையின் ஒளிவிலகல் எண்ணை ஒவ்வொரு முறையும் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

கண்ணாடிப் பலகையின் சராசரி ஒளிவிலகல் எண் =

அட்டவணை

நுண்ணோக்கியில் வெர்னியரின் அதம அளவு (C) =

எண்.	நுண்ணோக்கியில் அளவுகள்.									உண்மையான தடிப்பு (C—A)	தோற்றத் தடிப்பு (C—B)	$\mu=\frac{C-A}{C-B}$.
	மைப்புள்ளியின் அளவு. (A)			கண்ணாடிப்பலகை வைத்த பின்பு மைப்புள்ளி அளவு (B)			கண்ணாடிப் பலகையின் மேல் மரத்தூள் அளவு (C)					
	மூ.கோ. அ. M	வெ. இணையும் அ. V	மொத்தம் [M+VC]	மூ.கோ. அ. M	வெ. இ. பி. V	மொத்தம் [M+VC]	மூ.கோ. அ. M	வெ. இ. பி. V	மொத்தம் [M+VC]			
1												
2												
3												
4												

சராசரி μ =

(2) நீரின் ஒளிவிலகல் எண்

செய்முறை

ஒரு சிறிய கனசதுர கண்ணாடிக் கலத்தை நுண்ணோக்கியின் அடிப் பலகையின் மீது வைக்க வேண்டும். ஒரு பளபளப்பான குண்டூசியைக் கலத்தினுள் வைத்து சிறிது மெழுகினால் ஊசி நகராமல் ஒட்டவேண்டும். இப்பொழுது நுண்ணோக்கியைக் குண்டூசியின்மேல் குவித்து (focus) தெளிவான பிம்பம் தெரியும்படி செய்ய வேண்டும். இந்நிலையில் நுண்ணோக்கியின் குத்துக்கோலில் உள்ள அளவினை (A)க் காணவேண்டும்.

பின்னர் நீரைக் காற்றுக் குமிழ் தோன்றாவண்ணம் கலத்தில் ஊற்ற வேண்டும். முன்போல் நுண்ணோக்கியினை மேல்நோக்கி உயர்த்தி குண்டூசியின் தெளிவான பிம்பம் மீண்டும் தெரியும்படி செய்து குத்துக் கோலில் அளவினைக் (B) காணவேண்டும். சிறிதளவு மரத் தூளை நீரின் மீது மெல்லத் தூவி, அதன்மீது படர்ந்து மிதக்கும் மரத்தூள்களை, நுண்ணோக்கியினை உயர்த்தி சரிசெய்துதெளிவாகத்தெரியும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது குத்துக்கோலில் அளவினைக் (c) காணவேண்டும்

நீரின் உண்மையான ஆழம் $= c—A$

நீரின் தோற்ற ஆழம் $= c—B$

எனவே திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் $= \mu = \dfrac{c—A}{c—B}$.

கண்ணாடிக் கலத்தில் வேறுபட்ட உயரங்களுக்கு நீர் இருக்குமாறு எடுத்துக்கொண்டு ஆய்வினைத் திரும்பச் செய்து, ஒவ்வொரு முறையும் மேலே விவரித்தபடி அளவுகளை எடுத்து, ஒளி விலகல் எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி சராசரி ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காணலாம்.

முடிவு

நீரின் ஒளிவிலகல் எண் =

அட்டவணை

நுண்ணோக்கியின் வெர்னியரின் அதம அளவு (C) = செ.மீ.

மூலக்கோல் அளவு — M

வெர்னியர் கோல் இணையும் பிளவு — V

குண்டூசியின் பிம்பம் தெரியும்போது அளவு — A

நீர் ஊற்றிய பின் குண்டூசி தெரியும்போது அளவு — B

மரத்தூள் தெளிவாகத் தெரியும்போது அளவு — C.

எண்.	நுண்ணோக்கியில் அளவுகள்.									உண்மையான ஆழம் (C—A)	தோற்ற ஆழம் (C—B)	$\mu = \frac{C-A}{C-B}$
	A			B			C					
	M	V	[M+VC] செ. மீ.	M	V	[M+VC] செ. மீ.	M	V	[M+VC] செ. மீ.			
1												
2												
3												
4												

சராசரி = μ =

28. மாறுநிலைக் கோணம்.

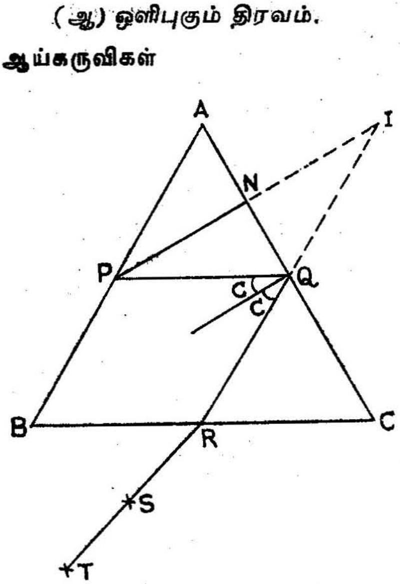
நோக்கம்

கீழ்க்கண்ட பொருள்களின் மாறுநிலைக் கோணங்களை (Orbit-angle) அளந்து அவற்றின் ஒளி விலகெண்களை (Refractive indices) கணக்கிடுதல்.

(அ) கண்ணாடி.

(ஆ) ஒளிபுகும் திரவம்.

ஆய்கருவிகள்



படம் - 42

கண்ணாடிப்பட்டகம், வரைப் பலகை (Drawing board), குண்டூசிகள், கனசதுர கண்ணாடிக் கலம் (glass trough), காற்று சிமிழ் (air-cell) முதலியன.

(அ) கண்ணாடி.

(ஆ) ஒளிபுகும் திரவம்.

செய்முறை

கிடக்கை நிலையில் உள்ள வரைப் பலகையின் மீது ஒரு வெண் தாளை குண்டூசிகளால் பொருத்தவேண்டும். தாளின் மீது கண்ணாடிப் பட்டகத்தை அதன் விளிம்புகள் நிலைகுத்தாக இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். தாளின் மேல் பட்டகத்தின் ஓரங்களில் கோட்டிடு அதன் முக்கோண வடிவான உருவம் ABC-யை வரைய வேண்டும். (படம் 42) A B-என்ற பக்கத்தின் A-க்கு அண்மையில்

பட்டகத்தை ஒட்டி ஒரு குண்டூசி P-யைக்குத்தவேண்டும். கண்ணை B-யிலிருந்து c-வரை நகர்த்திக் கொண்டு வந்தால் ஒருநிலையில், AC-என்ற பக்கத்தால் முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்ட (total reflection) குண்டூசி P-யின் பிம்பம், தெளிவாகத் தெரிய ஆரம்பிக்கும். இந்நிலையில் S,T-என்னும் மற்றும் இரு குண்டூசிகளை, P யின் பிம்பம், S,T ஆகிய மூன்றும் ஒரே நேர்கோட்டில் இருக்கும் வண்ணம் பொருத்த வேண்டும். இவ்வாறு பொருத்தி வெள்ளைத் தாளில் அப்புள்ளிகளைக்குறித்துக்கொண்ட பின்னர்,பட்டகத்யைும் ஊசிகளையும் எடுத்துவிட வேண்டும்.

S,T ஆகிய இரண்டு புள்ளிகளையும் ஒரு நேர்கோட்டால் இணைத்து நீட்டினால், அக்கோடு BC-யை R-என்ற புள்ளியில் சந்திக்கும். இப்புள்ளி AC-ஆல் முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்ட கதிர் விடுபடும் புள்ளியாகும்.

A-Cஎன்ற பக்கத்தின் எதிரொளிப்பால் உண்டான P-யின் படிவத்தைக்காண, AC-க்கு PN-என்ற செங்குத்துக்கோடு வரையவும், இக்கோட்டினை PN = NI, என்று இருக்குமாறு I வரை நீட்டுக. இப்பொழுது I-தான் P-யின் பிம்பமாகும். பின்னர் IR-யை அது AC-யை Q-வில் வெட்டுமாறு சேர்க்கவும். இப்பொழுது PQ-வைச் சேர்க்கவும் இப்பொழுது AQ-ஒளிக்கதிர் AC–பக்கத்தின் மேல் அதன் மாறுநிலைக் கோணத்தைவிடச் சற்றே அதிகமான கோணத்தில் படுகின்றது. எனவே முழுமையாக எதிரொளிக்கப்பட்டு QR-வழியாக சென்று RT-வழியாக வெளியேறுகின்றது. எனவே LPQR' மாறுநிலைக் கோணத்தைப்போல் இருமடங்காகும். இக்கோணத்தினை அளந்து அதில் பாதியைக் கணக்கிட்டால் அதுவே மாறுநிலைக் கோணமாகும்.

மாறுநிலைக் கோணம் சராசரி C-எனக்கொண்டால்,

$$\text{கண்ணாடிப்பட்டகத்தின் ஒளி விலகல் எண்} = \mu = \frac{1}{\text{சைன் C}}.$$

குண்டூசி P-யை, AB-என்ற பக்கத்தில் பட்டகத்தை ஒட்டி, A-க்கு அண்மையில் வெவ்வேறு இடங்களில் செங்குத்தாக நிறுத்தி தனிப்படங்கள் வரைந்து, முன் விவரித்த முறைப்படி, இரு மடங்கு மாறுநிலைக் கோணங்களை அளந்து, ஆய்வினை மீண்டும் செய்யலாம். சராசரி மாறுநிலை கோணத்தைக்கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

மாறுநிலைக் கோணம்

கண்ணாடியின் ஒளிவிலகல் எண் =

காட்சிப் பதிவும் கணக்கீடும்

வரிசை எண்.	PQR = 2C	C.
1		
2		
3		
		சராசரி =

சராசரி மாறுநிலைக் கோணம் C =.

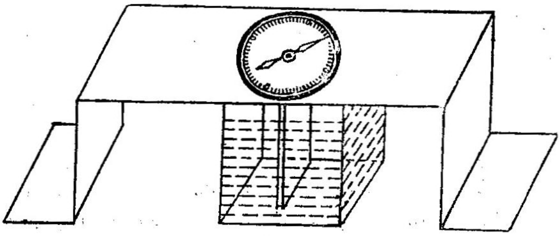
ஒளி விலகல் எண் $\mu = \frac{1}{\text{சைன்}}$ C.

=

(ஆ) காற்றுச் சிமிழைப் பயன்படுத்தி திரவத்தின் மாறு நிலைக் கோணம்

விளக்கம்

காற்றுச் சிமிழ் இரண்டு கண்ணாடித் தகடுகளால் ஆனது. இவ்விரண்டு தகடுகளும் ஒன்றாக வைக்கப்பட்டு அவற்றின் சுற்று விளிம்புகளுக்கிடையில் ஒரு மெல்லிய மைக்காத் துண்டு வைத்துச் சேர்த்து ஒட்டப்பட்டுள்ளன. இதனால் ஒரு மெல்லிய காற்றுப் படலம் இரண்டு தகடுகளுக்கும் இடையில் உள்ளடக்கப்படுகிறது.



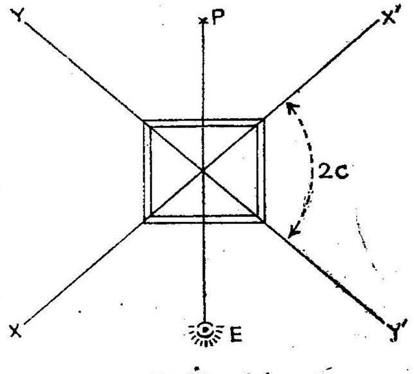
படம் - 43

இந்தக் காற்றுக் சிமிழ் ஒரு அச்சினால் செங்குத்தாக ஓர் நிலையில் பலகை (Hydrostatic bench)யை ஒத்த ஒரு பலகையில் (படம் 43),

அச்சின்மேல் சுழலும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. பலகையின் மேல்பரப்பில் ஒரு வட்ட அளவுச் சட்டம் கிடக்கை நிலையில் உள்ளது. இந்த அளவுச் சட்டத்தின் மீது நகருமாறு ஒரு இருபக்கமும் நீண்ட காட்டி அச்சின், பலகைக்குமேல் தெரியும் பாகத்தில் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வட்ட அளவுச் சட்டம் டிகிரி, மினிட்டுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது.

செய்முறை

ஒரு கனச் சதுரகண்ணாடிக் கலத்தில் ஆய்விற்கான திரவத்தை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டும். இக்கலத்தினை வரைப் பலகை மீது இதன் அடிப் பாகத்தில் விளிம்புகள் ஓரமாகக் கோடிட்டு அதன் உருவத்தைத் தாளில் பதியவேண்டும். பின்னர் இணையான இரண்டு பக்கங்களுக்குப் பொதுவான ஒரு செங்குத்துக் கோடு நடுவில் வரையவேண்டும். ஒரு குண்டூசி P-யைக் கலத்தின் பின் பக்கம் கோட்டின் மேல் செங்குத்தாகக் குத்த வேண்டும். P-யின் பிம்பத்தைத்திரவம், காற்றுச்சிமிழ் வழியாக கண்ணை கோட்டிற்கு நேராக நிலையாக வைத்துக்கொண்டு பார்க்கவேண்டும். இப்பொழுது காற்றுச்சிமிழை அச்சின் மீது மெள்ளத் திருப்பவேண்டும். ஒரு நிலையில் குண்டூசியின் பிம்பம் மறையும். இப்பொழுது காட்டியின் இரு முனைகளும் காட்டும் அளவுகளை (X, X') வட்ட அளவு



படம் - 44

கோலில் பார்த்துக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். பின்னர் காற்றுச் சிமிழை அச்சின் மீது எதிர் பக்கத்தில் திருப்ப வேண்டும். மீண்டும் ஒரு நிலையில் குண்டூசியின் பிம்பம் மறையும். இப்பொழுது காட்டியின் முனைகள் காட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும் ('Y Y'). [படம் 44].

பின்னர் X $\backsim$ Y = X' − Y' = 2c. இதனின்று மாறு நிலைக் கோணம் c-யைக் கணக்கிடலாம். எனவே திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் μ = சைன் c' என்ற தொடர்பாட்டில், c-ன் சைன் மதிப்பை இட்டு கணக்கிடலாம்.

முடிவு

திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் μ = .

எண்	கோணம் XOY = 2C	கோணம் X'OY' = 2C	சராசரி 2c	மாறு நிலைக் கோணம் c	$\mu = \frac{1}{\text{ɔ சைன்}}$
1					
2					

29. குவி வில்லை.

நோக்கம்

குவிவில்லையின் குவிய தூரத்தை வெவ்வேறு முறைகளில் காணல்.

கருவிகள்

ஆய்விற்குரிய குவிவில்லை, ஒருசமதள ஆடி தாங்கிகள், திரையுடன் கூடிய ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலை, வெண்திரை முதலியன.

செய்முறை

தொலைவுப் பொருள் குவியமுறை (Distance object method.)

ஒரு தாங்கியில் குவிவில்லையைச்செங்குத்தாகப் பொருத்தி ஒரு தூரப்பொருளை நோக்கி வைக்க வேண்டும். வில்லைக்குப்பின்னல் ஒரு வெண்திரையை, தூரப்பொருளின் தெளிவான பிம்பம் விழும் வரை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி சரிசெய்ய வேண்டும்.

தூரப்பொருளினின்று ஒன்றுக்கொன்று இணையாக வரும் கதிர்கள் வில்லையில் ஒளி விலகலுக்குப்பின்னர், வில்லையின் முக்கிய அச்சின் மேல் ஒரு புள்ளிகள் குவியும் என்ற தத்துவத்திற்கேற்ப, திரையின் பிம்பம் உருவாகியுள்ளது. எனவே வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையில் உள்ள தூரம் வில்லையின் குவிய தூரம் ஆகும்.

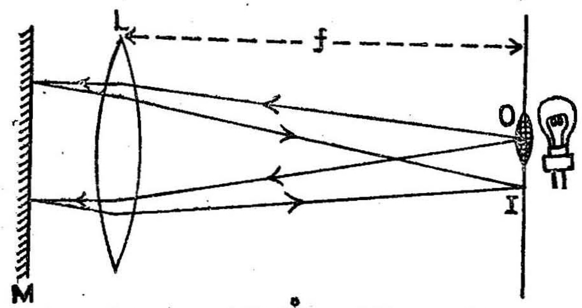
இந்த தூரத்தை அளக்கவேண்டும்.

எனவே குவிவில்லையின் தோராயக் குவியதூரம் $= f =$ செ. மீ.

சமதள ஆடி முறை அல்லது செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறை

ஒரு வெண்திரையில் வெட்டப்பட்டுள்ள ஒரு துளையில் ஒட்டப்பட்டுப் பின்புறம் ஒரு மின்விளக்கினுல் ஒளியூட்டப்பட்டுள்ள கம்பிவலை பொருளாகப் (object) பயன்படுகின்றது.

வில்லையை ஒரு தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்தி, ஒளி யூட்டப்பட்ட கம்பிவலைக்கு முன்னால், சம உயரத்தில் வைக்க வேண்டும், பின்னர் ஒரு சமதள ஆடியை, அதன் எதிரொளிக்கும் பக்கம் வில்லையை நோக்கி இருக்கும்படி, வில்லையின் பின்புறம் வைக்கவேண்டும். (படம் 45). வில்லையினை முன்னும் பின்னும்



படம் - 45

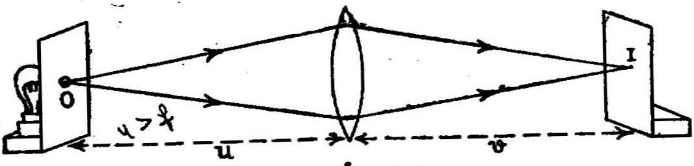
நகர்த்தி, கம்பிவலையின் தெளிவான பிம்பம், அது பொருத்தப் பட்டுள்ள திரைமேல், அதன் அருகிலேயே விழும்படி செய்யவேண் டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரத் தினை அளக்கவேண்டும். இது வில்லையின் குவிய தூரம் ஆகும்.

இவ்வமைப்பில் பொருளுக்கும் வில்லைக்குமுள்ள தூரம், வில்லை யின் குவியதூரமாக இருக்கும் பொழுது, வில்லையில் ஒளிவிலகல் அடைந்து மறுபக்கம் வெளியேறும் கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கும். இக்கதிர்கள் செங்குத்தாகப் பொருத்தப் பட்டுள்ள சமதள ஆடியின் மேல் செங்குத்தாக விழும். எனவே அவை வந்த திசையிலேயே திருப்பப்படுகின்றன. எனவே மீண்டும் வில்லையில் ஒளிவிலகல் அடைந்து பொருளின் பிம்பம் பொருளுக்கு அருகிலேயே விழுகின்றது. இவ்வாறு திரும்பி இணையாக வந்த கதிர்கள் ஒளிவிலகலுக்குப் பின்னர் பொருளுக்கு அருகில் குவி கின்றமையால், வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் குவிய தூரமாகும்.

3) U—V முறை

இங்கு u-என்பதை பொருளுக்கும் வில்லைக்கும் இடையுள்ள தூரமாகவும், v-என்பதை வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரமாகவும் கொள்ளவேண்டும்.

வில்லையைச் செங்குத்தாக ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி, ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலைப் பொருளுக்கு எதிரில், சம உயரத்தில் வைக்கவேண்டும். வில்லையின் மறுபுறத்தில் ஒரு வெண் திரையை வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் பொருளுக்கும் (கம்பி வலையுடன் கூடிய திரைக்கும்) இடையான தூரம் u-வை, வில்லை



படம் -46

யின் தோராய குவிய தூரத்தை விட அதிகமாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். வெண்திரையை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வில்லைக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் v-யை அளக்கவேண்டும்.

இவ்வாறே u-வின் மதிப்பை மாற்றி பல அளவுகளை எடுத்துக் கொண்டு, ஒவ்வொரு அளவுக்கும் உரிய v-அளவினைக் காணவேண்டும். எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி சராசரி குவிய தூரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

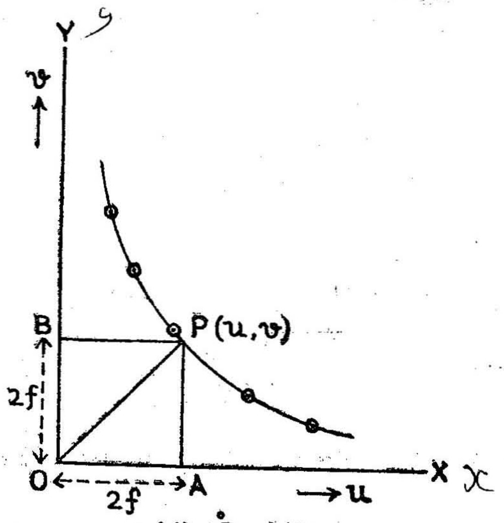
(3) U—V வரைப்படை முறை

எண்.	வில்லையிலிருந்து கம்பிவலையின் தூரம் U செ.மீ.	வில்லையிலிருந்து திரையின் தூரம் V செ.மீ.	UV	U + V	குவிய தூரம் $f = \frac{UV}{U+V}$ செ. மீ.
1					
2					
3					
4					
5					

சராசரி $f =$ செ.மீ.

மேற்கண்ட u—v முறை ஆய்வில் எடுத்த அளவுகளைக்கொண்டு ஒரு வரைப்படம் வரைந்து குவிய தூரத்தைக் காணலாம்.

u-வின் மதிப்புகளை x-அச்சிலும், v-யின் மதிப்புகளை y-அச்சிலும், அச்சுக்களில் சம தூரங்கள் சம அளவுகளைக் குறிக்குமாறு எடுத்துக்கொண்டு, வரைப்படம் (படம் 47-)இல் காட்டியுள்ளபடி கிடைக்கும்.



படம் - 47

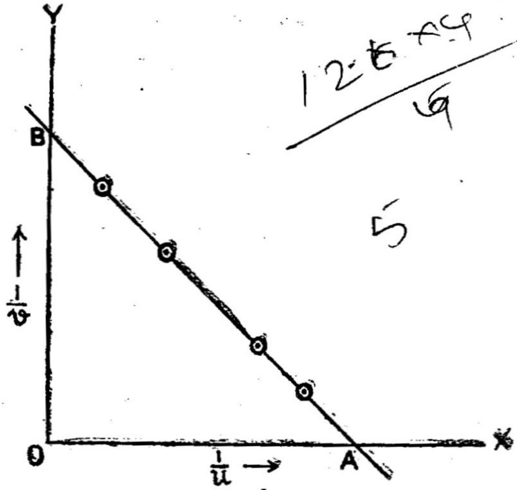
இப்பொழுது கோணம் xoy-க்கு ஒரு சமவெட்டி (bisector) அது வரைப் படத்தை P-ல் வெட்டுமாறு வரைய வேண்டும். P-யின் (u, v) மதிப்புகளைக் காணவேண்டும், இரண்டு மதிப்புகளும் சமமாக இருக்கும். ஒவ்வொன்றும் இரண்டு குவிய தூரங்களுக்குச் சமமாகும்.

படம் இல், $f = \frac{1}{2}$ OA $= \frac{1}{2}$ OB ஆகும்.
= செ.மீ.

(4) $\frac{1}{u} - \frac{1}{v}$ வரைப்படை முறை

u—v முறை ஆய்வில் எடுத்த u, v ஆகியவற்றின் அளவுகளிலிருந்து, $\frac{1}{u}$, $\frac{1}{v}$ மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுக்குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது $\frac{1}{u}$ அளவுகளை x-அச்சிலும், $\frac{1}{v}$

அளவுகளை y-அச்சிலும் கொண்டு ஒரு வரைப் படம் வரைய வேண்டும். படம் 48-ல் காட்டப்பட்டுள்ளது போன்று ஒரு வரைப் படம் கிடைக்கும்.



படம் - 48

வரைப்படம் x அச்சை வெட்டும் புள்ளியில் கிடைக்கும் $\frac{1}{u}$ வின் மதிப்பு $\frac{1}{f}$ க்குச் சமம், அதேபோல் y அச்சை வெட்டும் புள்ளியில் கிடைக்கும். $\frac{1}{v} = \frac{1}{f}$ ஆகும்.

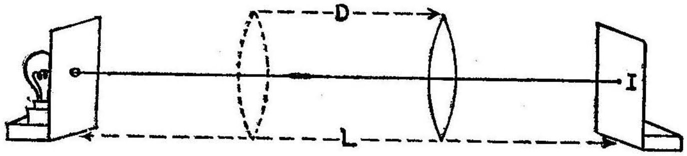
எனவே $f = \frac{1}{OA} = \frac{1}{OB}$

= செ.மீ.

(5) பரிமாற்றுக் குவியங்கள் முறை (conjugate foci method).

வில்லையின் தோராயக் குவியதூரத்தைவிட நான்கு மடங்குக்குச் சற்று அதிக இடைவெளி இருக்கும்படி ஒளியூட்டப்பட்ட கம்பிவலையையும் வெண்திரையையும் வைக்கவேண்டும். ஆய்விற்குரிய வில்லையைத் திரைக்கும் கம்பிவலைக்கும் இடையில் கம்பிவலையின் உயரத்திற்குச் சமமான உயரத்தில் வைக்கவேண்டும். வில்லையின் நிலைகளை மாற்றிப் பெரிய அல்லது சிறிய தெளிவான கம்பிவலையின் பிம்பம் திரையில் விழும்படிச் செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வில்லை இருக்கும் இடத்தைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். பின்னர் வில்லை

யை மட்டுமே நகர்த்தி மற்றொரு நிலையில், திரையில் கம்பிவலையின் பிம்பம் தெளிவாக விழும்படிச் செய்ய வேண்டும். இப்பொழுதும் வில்லை இருக்கும் இடத்தைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். இட



படம்-49

மாற்றம் D-யை,(வில்லையின் இருநிலைகளுக்கும் இடையான தூரம்). காணவேண்டும். கம்பிவலைக்கும் திரைக்கும் உள்ள இடைவெளி தூரம் L-யை அளந்து காணவேண்டும். இப்பொழுது குவியதூரம்

$$= f\ \frac{L^2-D^2}{4L}\ \text{செ. மீ.}$$

கம்பிவலைக்கும் திரைக்குமுள்ள இடைவெளி L-க்கு வெவ்வேறு அளவுகளைக் கொண்டு, ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்திச் சராசரி குவியதூரத்தைக் காணவேண்டும்.

முடிவுகள்

தூரப்பொருள் முறையில் குவியதூரம் = செ.மீ.
சமதள ஆடி முறையில் குவியதூரம் = செ.மீ.
u-v முறையில் குவியதூரம் = செ.மீ.
பரி மாற்று முறையில் குவியதூரம் = செ.மீ.

எண்.	கம்பிக்கும் திரைக்கும் உள்ள தூரம் L செ.மீ.	வில்லையின் இரு நிலைகளுக்கிடை யிலுள்ள தூரம் D செ.மீ.	$f = \frac{L^2-D^2}{4L}$
1			
2			
3			
4.			

சராசரி—f— செ.மீ.

30. குழிவில்லை.

நோக்கம்

குவிவில்லையின் குவிய தூரத்தைக் காணல்.

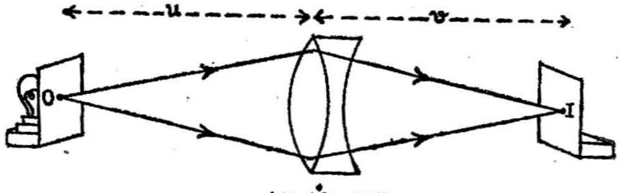
கருவிகள்

ஆய்விற்குரிய குழிவில்லை (Concave lens), குறைந்த குவிய தூரமுள்ள குவிவில்லை, ஒரு குழியாடி, ஒளியேற்றப்பட்ட கம்பி வலை, வெண் திரை முதலியன.

செய்முறை

(I) குவிவில்லை இணைப்பு முறை (Convex lens Combination Method).

குறைந்த குவிய தூரமுள்ள ஒரு குழிவில்லையை கொடுக்கப் பட்டுள்ள குழிவில்லையுடன் நெருக்கமாக இணைத்து வைக்கவேண் டும். இந்த இரண்டு வில்லைகளும் இணைப்பிற்குப்பின் ஒரு குவி



படம்-50

வில்லையினைப்போல செயல்படுகின்றதா என்று பார்க்கவேண்டும். இந்த இணைப்பு அமைப்பின் குவிய தூரத்தை (F). [குவிவில்லை ஆய்வில் விவரித்துள்ள] u—v முறைப்படி காணவேண்டும். இப்

பொழுது f_1—குவிவில்லையின் குவிய தூரம் என்றும், f_2—காண வேண்டிய குழிவில்லையின் குவிய தூரம் என்றும் F-வில்லைகளின் இணைப்பு குவிய தூரம் என்றும் கொண்டால்,

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}.$$

u—v முறைப்படி எடுக்கப்பட்ட அளவுகளிலிருந்து F-ன் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட்டு, அந்த அளவை சமன்பாட்டில் இட்டு f_2-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். குழிவில்லையின் குவியதூரம் f_2- எதிர்க்குறி உடையதாகக் கொள்வோம்.

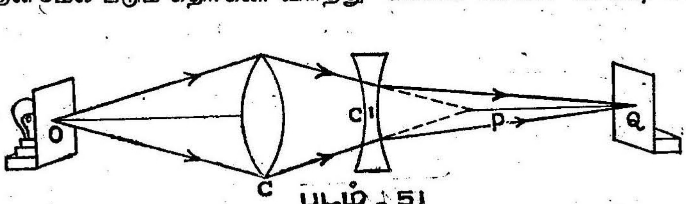
$$i.e.\ f_2 = v - e. \quad \frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} - \frac{1}{f_2}.$$

$$f_2 = \frac{Ff_1}{F - f_1},$$

குவியதூரத்தைக் கண்டறியலாம்.

துணை குவிவில்லை குறை

ஒளியேற்றப்பட்ட கம்பிவலைக்கு முன்னால் ஒரு குவிவில்லையைத் தாங்கியில் செங்குத்தாகப் பொருத்தி வைக்கவேண்டும். ஒரு வெண்தாள் திரையை வில்லைக்குப் பின்னால் வைத்து, முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி கம்பிவலையின் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இந்நிலையை P- எனக்கொண்டு அதனைக்குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது வெண்தாள் திரைக்கும் குவிவில்லைக்கும் இடையில் குவியதூரம் காணவேண்டிய குழி வில்லையைக் தாங்கியில் பொருத்தி வைக்கவேண்டும். குழிவில்லை அதன்மேல் படும் கதிர்களை விரித்து விலகிச் செல்ல செய்யுமாகை

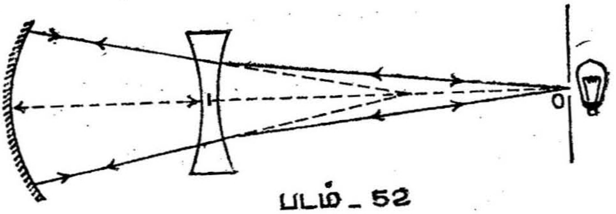


படம் 151

யால் பிம்பம் முன்பிருந்த நிலையைவிட அதிக தூரத்தில் உண்டாகும். எனவே திரையை வில்லைக்கு எதிர்புறத்தில் நகர்த்தி மீண்டும் தெளிவான பிம்பம் விழும்படி செய்யவேண்டும். இந்நிலையை Q-எனக்கொள்வோம்.

இப்பொழுது குழிவில்லையின் மேல்பட்ட கதிர்கள் P-யில் குவிவதுபோல் தோன்றும். எனவே P-யில் உள்ள பிம்பம் ஒரு மாயப் பொருளாகவும், அதற்கான உண்மையான பிம்பம் குழிவில்லையால் Q-வில் உண்டாக்கப்பட்டதாகவும் ஆகும். இப்பொழுது C-குழிவில்லையின் ஒளி மையம் என்றால், CP = u, CQ = v ஆகும். CP, CQ. ஆகிய இரண்டு தூரங்களையும் அளக்க வேண்டும்.

ஆய்வினை வில்லைகளின் இடங்களை மாற்றி மீண்டும் சிலமுறை செய்து, அளவுகளைப் அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும். இப்பொழுது $\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$ என்ற சமன்பாட்டின் u-வின் மதிப்பை எதிர்குறியுடன் இட்டு, குவிய தூரத்தினைக் கணக்கிடவேண்டும்,



படம் – 52

(3) துணை குழியாடி முறை

குழியாடி குவிய தூரம் காணும் ஆய்வில் (ஆய்வு எண் 26) விவரித்துள்ள செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறையில் எடுத்துக் கொண்டு, குழியாடியின் வளைவு ஆரம் R-யைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர் குழியாடியை ஒரு தாங்கியில் பொருத்தி ஒளியேற்றப் பட்ட கம்பி வலையுடன் கூடிய திரைக்கு முன்னால் வைக்கவேண்டும். இரண்டுக்குமிடையேயுள்ள தூரத்தைச் சரிசெய்து கம்பி வலையின் பிம்பம் I, அதன் அருகிலேயே திரையின்மீது விழும்படி செய்ய வேண்டும். பின்னர் குவிய தூரம் காணவேண்டிய குழிவில்லையை, குழியாடிக்கும் பொருளுக்கும் (கம்பி வலைக்கும்) இடையில் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது வலையுடன் கூடிய திரையைக் குழிவில்லையினின்று அப்பால் எதிர்புறம் நகர்த்தி மீண்டும் தெளிவான பிம்பம் வலையின் அருகிலேயே விழும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது குழிவில்லையில் விலகல் அடைந்து செல்லும் கதிர்கள் குழியாடியின் மீது செங்குத்தாக விழுகின்றன. எனவே சென்ற திசையிலேயே மீண்டும் திருப்பப்படுகின்றன. இப்பொழுது குழி

வில்லையால் உண்டான மாயபிம்பம் I குழியாடியின் வளைவு மையத்தில் அமையும். குழியாடியின் ஒளிமையும் C-யிலிருந்து கம்பி வலைக்கு உள்ள தூரம் CO-வையும், குழியாடியின் மையம் P-க்கும், குழிவில்லையின் ஒளி மையம் C-க்கும் உள்ள தூரம் PC (d)-யையும் அளக்கவேண்டும். இப்பொழுது u =Co, v=CI=(R—D) ஆகும். குழிவில்லையின் நிலையை வேறுபடுத்தி, ஆய்வினை மீண்டும் செய்யவேண்டும். எடுக்கும் அளவுகளைப் பதிவு செய்து,

$$\frac{1}{v} + \frac{1}{u} = \frac{1}{f}$$ என்ற சமன்பாட்டைக் கொண்டு, v-ன் மதிப்பை எதிர்க்குறியுடன் இட்டு குவிய தூரத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

(i) குவிவில்லை இணைப்புமுறையில் குழிவில்லையின் குவிய தூரம். = செ.மீ.

(ii) துணை குவிவில்லை முறையில் குழிவில்லையின் குவிய தூரம். = செ.மீ.

(iii) துணை குழியாடி முறையில் குழிவில்லையின் குவிய தூரம். = செ.மீ.

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

(1) குவி வில்லை இணைப்பு முறை

எண்.	இணைந்த வில்லைகளுக்கும் கம்பி வலைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் u செ.மீ.	வில்லைகளுக்கும் திரைக்கும் இடையேயுள்ள தூரம் v செ.மீ.	இணைப்பு குவிய தூரம். $F=\frac{uv}{u+v}$ செ. மீ.
1			
2			
3			
4			

சராசரி = F = செ.மீ.

பயன் படுத்திய குவி வில்லையின் குவிய தூரம் $= f_1 =$ செ.மீ
இணைந்த வில்லைகளின் இணைப்பு குவிய தூரம் $= F =$ செ.மீ.
குழிவில்லையின் குவிய தூரம்

$$= f_2 = \frac{F-f_1}{F - f^1} = \text{ செ.மீ.}$$

(2) துணை குவி வில்லை முறை

எண்.	C.P. (u)	CQ (v)	$f = -\frac{uv}{(u-v)}$ செ.மீ.
1			
2			
3			
4			

சராசரி $f = -$ செமீ.

3. துணை குழியாடி முறை

குழியாடியின் வளைவு ஆரம் $= R =$ செ.மீ.

எண்.	ஆடி மையத் திற்கும், வில்லை மையத் திற்கும் இடைப்பட்ட தூரம் d செ.மீ.	$v = (R-d)$.	கம்பிவலைக்கும் வில்லை மையத் திற்கும் உள்ள தூரம் u செ.மீ.	$f = \frac{uv}{(v-u)}$ செ.மீ.
1				
2				
3				
4				
5				

சராசரி $f =$ $=$ செ.மீ.

31. திரவ வில்லை - திரவத்தின் ஒளி விலகல் எண்.

நோக்கம்

திரவ வில்லை அமைத்து, நீர் கிளிசரின் போன்ற திரவங்களின் ஒளிவிலகல் எண் காணல்.

கருவிகள்

ஒரு குவிவில்லை, சமதள ஆடி, பிடிப்பியுடன் (clamp) கூடிய தாங்கி பாதரச, முள்ள அகல் (dish), ஆய்விற்குரிய திரவம் முதலியன.

செய்முறை

ஆய்வில் பயன் படுத்தும் குவிவில்லையின் குவிய தூரத்தைச் செங்குத்து எதிரொளிப்பு முறையில் காணவேண்டும். பின்னர் உருவாக்கப்பட்ட திரவ தட்டக் குழிவில்லையின் குவிய தூரம், வளைவு ஆரம் ஆகியவைகளைத் தனித் தனியாகக் காணவேண்டும். இந்த அளவுகளைக் கொண்டு இறுதியாகத் திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் காணவேண்டும்.

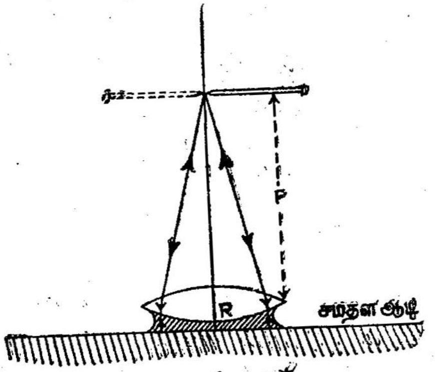
(1) குவிவில்லையின் குவியதூரம்

சமதள ஆடியை அதன் எதிரொளிக்கும் பரப்பு மேல் நோக்கி இருக்கும்படி தாங்கியின் அடிதளத்தின் மீது வைத்து, அதன்மேல் சுமார் 20—30 செ.மீ. குவிய தூரமுள்ள குவிவில்லையை வைக்க வேண்டும். குவிவில்லைக்கு நேர்மேலே கிடைக்கை நிலையில் இருக்கும்படி ஒரு பளபளப்பான ஊசியைத் தாங்கியின் பிடிப்பியில் பொருத்தவேண்டும். இப்பொழுது தெளிவான தலை கீழான, சம அளவினுடைய ஊசியின் உண்மை பிம்பம் இடமாறு தோற்றமின்றி

ஊசியுடன் பொருந்தித் தோன்றும்படி செய்ய வேண்டும். பொதுவாக இவ்வமைப்பில் ஊசியின் முனையும் அதன் பிம்பத்தின் முனையும் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டிருக்கவேண்டும். இப்பொழுது ஊசியின் முனைக்கும் வில்லையின்மையத்திற்கும் இடையில் உள்ள தூரத்தை அளந்து காணவேண்டும். இது குவிவில்லையின் குவிய தூரம் f_1 ஆகும். ஆய்வினை மீண்டும் செய்து, f_1-ன் சராசரி மதிப்பைக் காணவேண்டும்.

(3) திரவவில்லையின் குவியதூரம்

பின்னர் குவிவில்லையை எடுத்துவிட்டு ஆய்விற்குரிய திரவத்தில் ஒரு பெரிய துளியை (drop) ஆடியின் மீது இட்டு அதன்மீது குவிவில்லையை வைக்கவேண்டும். இதனால் குவிவில்லைக்குக் கீழ்



படம் .

உள்ள திரவம் (படம் 53)-இல் காட்டியுள்ளபடி ஒரு தட்ட குழிவில்லை (Plano-concave lens) யைப்போன்று உருக்கொள்ளும். இப்பொழுது குவிவில்லையும் உருவான திரவ தட்ட குழிவில்லையும் சேர்ந்த ஒரு இணைப்பு அமைப்பு கிடைக்கும். இந்த இணைப்பு ஒரு குவிவில்லையைப்போன்று செயல்படும்.

எனவே முன் விவரித்தபடி, ஊசியின் நிலைகளைச் சரிசெய்து, ஊசியின் தெளிவான உண்மை பிம்பம் அதன் அருகிலேயே தலைகீழாகச் சம அளவில், இடமாறு தோற்றமின்றித் தோன்றும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது ஊசிக்கும், வில்லை அமைப்பின் மையத்திற்கும் இடையேயுள்ள தூரம், இணைப்பு வில்லை அமைப்பின் குவிய தூரம் (F) ஆகும்.

தட்டக் குழிவில்லையின் குவிய தூரத்தை f_2-எனக்கொண்டால் f_1, F இரண்டையும் கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டில் இட்டு, f_2-இன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

$$\frac{1}{F} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\therefore \frac{1}{f_2} = \frac{1}{F} - \frac{1}{f_1}$$

$$= \frac{f_1 - F}{F f_1}$$

அல்லது $f_2 = \dfrac{F f_1}{f_1 - F}$

ஆனால் F-இன் மதிப்பு f_1இன் மதிப்பை விட அதிகம். எனவே

$$f_2 = -\frac{F f_1}{F - f_1}.$$

f_2-ன் குழிவில்லையின் குவிய தூரமாகையால் எதிர்க்குறியுடன் இருக்கும்.

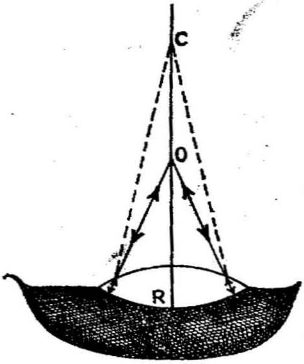
(3) திரவ வில்லையின் வளைவு ஆரம்

உருவான திரவத் தட்டக் குழிவில்லையின் தளப்பரப்பின் (Plane surface) வளைவு ஆரம் முடிவற்றது. குழிப் பரப்பின் (Concave surface) வளைவு ஆகும். திரவ வில்லையைத் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் குவிவில்லைப் பரப்பின் வளைவு ஆரத்திற்குச் சமம். இந்த வளைவு R-யைக் காண ஒரு அகல் (dish) நிறைய பாதரசத்தை எடுத்துக்கொண்டு பாய் முறைப்படி (Boy's method) தீர்மானிக்க வேண்டும்.

அகலில் உள்ள பாதரசத்தின் மீது குவி வில்லையை, திரவ வில்லையுடன் தொடர்பு கொண்டிருந்த அதன் பரப்பே (R-படம்) பாதரசத்தின் மேற்பரப்புடன் தொடர்புகொண்டு மிதக்கும் வண்ணம் வைக்கவேண்டும். (படம் 52). இப்பொழுது பாதரச அகலைத் தாங்கியின் அடிதளத்தின் மீது வைக்க வேண்டும். பளபளப்பான ஊசியின் முனையும் ஊசியின் தெளிவான தலைகீழான உண்மை பிம்பத்தின் முனையும் இடமாறு தோற்றமின்றி (without parallax)ப் பொருந்தியிருக்கும்படி, ஊசிக்கும் வில்லைக்கும் உள்ள தூரத்தை சரிசெய்யவேண்டும். இப்பொழுது ஊசி முனைக்கும் குவிவில்லைக்

கும் இடையேயான தூரம் d-யை அளக்கவும். ஆய்வினை, மீண்டும் மீண்டும் செய்து d-யின் சராசரி அளவைக் காணவேண்டும்.

இங்குக் குவிவில்லையின் குவிய தூரம் f_1 எனவும் [முன்பே தீர் மானிக்கப்பட்டது], பாதரசத்துடன் தொடர்புகொண்டுள்ள வில்லையின் பரப்பின் வளைவு ஆரத்தை R-எனவும் கொள்வோம். ஊசியின் பிம்பம் அதனுடைய அருகிலேயே பொருந்தித் தோன்றுமாறு சரி செய்யப்பட்டுள்ளது. இவ்வாறு தோன்ற வேண்டுமானல் மேல்பரப்பில் விலகல் அடையும் ஒளிக்கதிர்கள் கீழ்பரப்பில் செங்குத்தாக விழவேண்டும். இதனல் ஒளிக்கதிர்கள் கீழ்பரப்பில் (R) வளைவு மையத்திலிருந்து (C) வருவது போலத் தோன்றும். (படம் 54). இவ்வாறு விழும் கதிர்கள் எதிரொளிக்கப்படுவதற்குப் பதிலாக வில்லையின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டால் அவை மேலும் விலகல் இல்லாமல் செல்லும். எனவே புள்ளியின் O வும் C-யும் வில்லையின் பரிமாற்றுப்புள்ளிகள் (Conjugate points) ஆகும்.



படம் - 54

எனவே பரி மாற்றுப்புள்ளிகளின் விதிப்படி,

$$\frac{1}{d} + \frac{1}{R} = \frac{1}{f_1}$$

இங்கு C-வில்லையின் அதே புறத்தில் உள்ளமையால் R-ன் மதிப்பு எதிர்க்குறியுடன் இருக்கும்.

எனவே,

$$\frac{1}{d} - \frac{1}{R} = \frac{1}{f_1}$$

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{d} - \frac{1}{f_1}$$

அல்லது $R = \frac{d f_1}{f_1 - d}$.

இச்சமன் பாட்டால் R-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

திரவத்தின் ஒளி விலகல் எண்

கொள்கை

எந்த வில்லைக்கும், அதன் குவிய தூரத்திற்கும் ஒளிவிலகல் எண்ணுக்கும் உள்ள தொடர்பைக் காட்டும் வாய்பாடு,

$$\frac{1}{f} = (\mu - 1)\left[\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right].$$

வாய்பாட்டில், f-வில்லையின் குவியதூரம், μ ஒளிவிலகல் எண், r_1, r வில்லையின் இரண்டு பரப்புகளின் வளைவு ஆரங்கள்.

இவ்வாய்வில் உருவான திரவ தட்டக் குழிவில்லையைப் பொறுத்தமட்டில், $f = f_2$, $r_1 = R$, $r_2 = \infty$ (முடிவற்றது). மேலும் f_2, R இரண்டும் எதிர்க் குறியுடையன.

எனவே,

$$\frac{1}{f_2} = (\mu - 1)\left(\frac{1}{R} + \frac{1}{\infty}\right)$$

$$= (\mu - 1)\,\frac{1}{R}$$

அல்லது $\mu = 1 + \frac{R}{f^2}$

இந்தச் சமன்பாட்டில் R, f_2 இரண்டின் மதிப்பை இட்டு, திரவத்தில் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் =

காட்சிப் பதிவீடுகள்

1. குவிவில்லையின் குவியதூரம் (f_1)

எண்.	ஊசி முனைக்கும் வில்லையின் மேற் பரப்புக்கும் உள்ள தூரம்.	ஊசி முனைக்கும் வில்லையின் கீழ்பரப் உள்ள தூரம்.	சராசரி அளவு (f_1)
1			
2			
3			

சராசரி = f_1 = செ.மீ

2. இணைப்பு வில்லையின் குவியதூரம் (F)

எண்.	ஊசி முனைக்கும் வில்லையின் மேற்பரப்புக்குமுள்ள தூரம்.	ஊசிமுனைக்கும் சமதள ஆடிக்கும் உள்ள தூரம்.	சராசரி குவிய தூரம் F.
1			
2			
3			

சராசரி = F = செ.மீ.

கணக்கீடு :

திரவ தட்டக்குழிவில்லையின் குவியதூரம் $f_2 = -\frac{F f_1}{F - f_1}$ செ.மீ.

3. வில்லையின் வளைவு ஆரம் (R)

எண்.	ஊசி முனைக்கும் வில்லையின் மேற்பரப்புக்குமுள்ள தூரம்	ஊசிமுனைக்கும் வில்லையின் கீழ் முகப்புக்கும் உள்ள தூரம்.	சராசரி (*d*).
1			
2			
3			

சராசரி = *d* = செ.மீ

கணக்கீடு

வில்லையின் வளைவு ஆரம்

திரவ வில்லையின் வளைவு ஆரம் $= R = \frac{f_1 d}{f_1 - d}$

$=$ செ.மீ.

திரவத்தின் ஒளிவிலகல் எண் (μ) $= 1 + \frac{R}{f_2}$

$=$

32. நிற மாலை மானி.

நோக்கம்

நிறமாலை மானி ((Spectrometer) யைப்பயன்படுத்தி (1) ஒரு பட்டகத்தின் கோணம், (2) பட்டகத்தின் சிறும திசை மாற்றக் கோணம் (angle of minimum deviation) இரண்டையும் கண்டு, பட்டகத்தின் ஒளிவிலகல் எண்ணைக் கணக்கிடுதல்.

கருவிகள்

நிறமாலைமானி, பட்டகம், சோடியம் ஆவி விளக்கு (sodium vapour lamp) முதலியன.

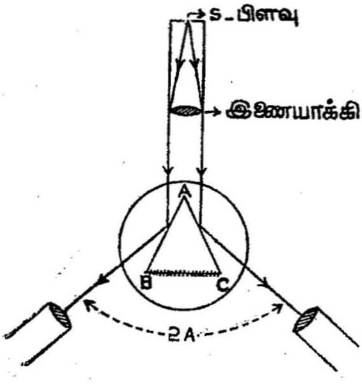
விளக்கம்

நிறமாலைமானி (1) நிலையான இணையாக்கி (collimator) (2) ஒரு தொலைநோக்கி (3) கிடைக்கையிலுள்ள ஒரு வட்ட அளவு கோல், (4) பட்டக மேசை ஆகியவற்றால் ஆனது.

இணையாக்கி

இது ஒளிக்கற்றைகளை இணைக்கற்றைகளாகத் தருவதற்கான ஒரு அமைப்பு. இதில் சரிசெய்யக்கூடிய (adjustable) செங்குத்தான பிளவு (slit) ஒன்றும் குவில்லை ஒன்றும் இரண்டு ஓரச்சுக் குழாய்களின் இரண்டு முனைகளிலும் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பிளவு (slit) பொருத்தப்பட்டுள்ள குழாய் மற்றதைவிட குறுக்களவு குறைவு ஆனது. எனவே முன்னும் பின்னும் தள்ளி நகர்த்தக் கூடிய ஒரு திருகு அமைப்பினால் இதனைக் குவில்லை பொருத்தப் பட்டுள்ள குழாயினுள் நகரச்செய்ய இயலும். இவ்வாறு நகர்த்துவதனால் குவில்லைக்கும், பிளவுக்கும் இடையான தூரத்தை சரி

செய்து, பிளவு குவிவில்லையின் குவியத்தில் இருக்கும்படிச் செய்ய லாம். இந்த நிலையில் பிளவு ஒளியேற்றப்பட்டால், குவிவில்லையில் விலகல் அடைந்து வெளியேறும் ஒளிக்கதிர்கள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாக இருக்கும்.



படம் - 55

தொலை நோக்கி

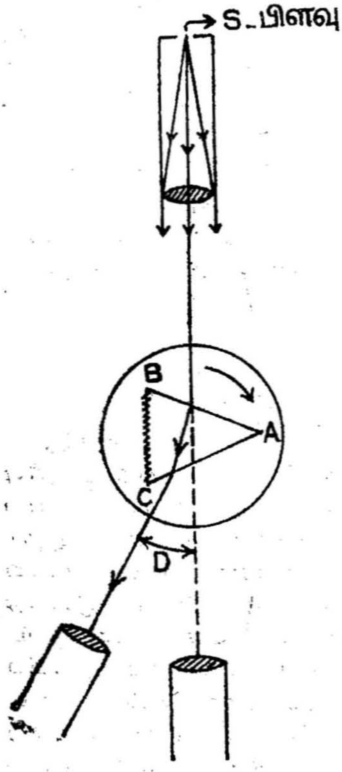
இதில் உள்ள தொலைநோக்கி ஒரு வானியல் தொலை நோக்கி (Astronomical telescope) இதில் கண்ணருகி ஒன்றும், பொருளருகி ஒன்றும், இரண்டு ஒரச்சுக் குழாய் களின் இருமுனைகளிலும் பொருத் தப் பட்டுள்ளன. கண்ணருகி பொருத்தப்பட்டுள்ள குழாய், பொருளருகி பொருத்தப்பட்டுள்ளதை விட குறைந்த குறுக்களவு உடையது. இதனால் முன்னும்பின்னும் தள்ளி நகர்த்தக் கூடிய ஒரு திருகு அமைப்பினால் அச்சு மாறாமல் இது பொருளருகி குழா யினுள் நகர்கின்றது. மேலும் இதனுள் கண்ணருகியின் குவிய தளத்தில் (Focal Plane) ஒன்றுக்கொன்று செங்குத்தான இரண்டு குறுக்குக் கம்பிகள் (cross wires) உள்ளன. பொருளின் பிம்பம் இந்தக் குறுக்குக் கம்பிகளின் தளத்தில் விழுந்தால், கண்ணருகியில் தெளிவான பிம்பம் தெரியும். தொலை நோக்கியின் அச்சும், இணையாக்கியின் அச்சும் ஒரே கிடைக்கை நிலையில் இருக்குமாறு பொருத்தப்பட்டுள்ளது.

மேலும் இது ஒரு வட்ட அளவு கோலின் நடுவில் உள்ள குத்து அச்சினை அச்சாகக்கொண்டு சுழலும்படியும், அவ்வாறு சுழலும் போது வட்ட அளவு கோலுடன் சேர்ந்து சுழலுமாறும் அமைக்கப் பட்டுள்ளது. அத்துடன் தொலை நோக்கியைத் தேவையான இடங் களில் நிலையாக்க ஒரு ஆரத் திருகு (radial screw)-ம், நுண்ணிய அளவு தூரங்கள் நகர்த்த ஒரு தொடுகோட்டுத் திருகும் (tangential screw) உள்ளன.

பட்டக மேடை

இது வட்ட வடிவமான இரண்டு தட்டுகளால் ஆனது. இவ் விரு தட்டுகளும் சரிசெய்யக் கூடிய மூன்று திருகுகளால் இணைக் கப்பட்டுள்ளன. இரண்டு வெர்னியர் அளவுகோல்கள் பட்டக

மேடையுடன் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. பட்டகமேடை சுழலும் பொழுது வெர்னியர் கோல்கள், தொலைநோக்கியுடன் இணைக்கப் பட்டுள்ள வட்ட அளவுகோலின் மேல் நகரும். இத்துடன் பட்டக மேடையைமட்டும் உயர்த்தவோ, தாழ்த்தவோ ஒரு திருகு அமைப்பு உள்ளது.



படம் - 56

வட்ட அளவுகோல்

வட்ட அளவுகோல் அரை அரைப்பாகை (half degree) அளவுகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளது. வட்ட அளவுகோலில் உள்ள 29 பிரிவுகள் வெர்னியர் அளவுகோலில் 30 பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுள்ளன. இதனால் அதம அளவு $\frac{1}{60}$ பாகை அல்லது 1 மினிட். இதன் மேல் நகரும் வெர்னியர் கோல்கள் இதன் விட்டத்தின் இரு முனைகளில் அவற்றின் சுழியங்கள் (Zeros) பொருந்தும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளன.

செய்முறை

நிறமாலை மானியை ஆய்வினைத் துவக்குமுன் கீழ்க்கண்டவாறு சரிசெய்யவேண்டும்.

தொலைநோக்கியின் பொருளருகியின் முன்னால் ஒரு வெண்தாளை வைத்துக்கொண்டு, கண்ணருகியை முன்னும் பின்னும் நகர்த்தி, குறுக்குக்கம்பிகள் தெளிவாகத் தெரியும்படி செய்ய வேண்டும்.

பின்னர் தொலைநோக்கியை ஒரு தொலைதூரப் பொருளை நோக்கித்திருப்பி, பொருளின் பிம்பம், குறுக்குக் கம்பிகளும் இடமாறு தோற்றமின்றித்தெரியும்படி தொலைநோக்கியின் நீளத்தைச் சரிசெய்யவேண்டும்.

பின்னர் தொலைநோக்கியை இணையாக்கியுடன் ஒரே கோட்டில் இருக்கும்படி கொண்டு வரவேண்டும். பிளவினைச் சற்று பெரிதாக்கி சோடியம் ஆவி விளக்கால் ஒளியூட்ட வேண்டும். இதற்கு பிளவு, ஆவிளக்கின் மையத்திற்கு நேராக இருக்கும்படிச் செய்ய வேண்டும். தொலைநோக்கியின் வழியாகப் பிளவின் பிம்பத்தைப் பார்த்துத் தெளிவான பிம்பம் இடமாறு தோற்றமின்றிக் குறுக்குக் கம்பிகளுடன் பொருந்தித் தோன்றும்படி, இணையாக்கியின் நீளத்தைச் சரிசெய்யவேண்டும்.

பட்டகமேஜையை ஒரு இரசமட்டத்தைக் (Spirit level. கொண்டு, அதில் உள்ளமட்டத்திருகுகளின் உதவியால், கிடக்கையாக இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும்.

பட்டகத்தின் கோணம்-A.

மேலே கூறிய முறைகளின் படி ஒழுங்கு செய்யப்பட்ட நிற மாலை மானியின் பட்டகமேசை மீது நடுவில் பட்டகத்தைக் குத்தாக அதன் பளபளப்பான இரண்டு பக்கங்கள் சேரும் விளிம்பு இணையாக்கியை நோக்கியிருக்கும்படி வைக்க வேண்டும். இதனால் இணையாக்கியில் இருந்து வரும் ஒளிக்கதிர்கள் பட்டகத்தின் இரண்டு முகப்பிலும் சமமாக விழும். இவ்வாறு விழும் கதிர்கள் பளபளப்பான் இந்த முகப்புகளால் எதிரொளிக்கப்படும். இதனால் பிளவின் பிம்பம் இரண்டு முகப்புகளிலும் தோற்றுவிக்கப்படும். இந்த பிம்பங்களைக் கண்ணால் நேரிடையாகக் காணலாம். முதலில் ஒரு பக்க பிம்பத்தைக் கண்ணால் பார்த்து, அந்த நிலைக்கு நேராக தொலைநோக்கியைப் பிம்பத்தைப் பார்க்கும்படி நகர்த்த வேண்டும். இப்பொழுது பட்டகமேசை சரியாகக் கிடை நிலையிலிருக்கும்படி செய்யப்பட்டிருந்தால் பிம்பம் கிடை குறுக்குக் கம்பியால் இரண்டு பகுதிகளாகப் பிரிக்கப்பட்டுத் தோன்றும், இப்படி இல்லாவிட்டால் மட்டத்திருகுகளைத்திருகிச் சரிசெய்யவேண்டும். பிளவின் பிம்பம் கண்ணருகியின் பார்வைக் கோட்டத்தினுள் (Field of view) தெரிந்தவுடன், தொலை நோக்கியை ஆரத் திருகினைத் திருகி நிலைப் படுத்தவேண்டும். பின்னர் தொடு கோட்டுத்திருகினைப் பயன்படுத்தி பிம்பம் குத்துக் குறுக்குக் கம்பியுடன் பொருந்தும்படி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வட்ட அளவு கோலில் வெர்னியர் சுழியத்திற்கு முன் உள்ள அளவினையும் வெர்னியர் இணையும் பிரிவினையும் கண்டு, மொத்த அளவினைக் காணவேண்டும. அளவுகளை இரண்டு வெர்னியர் கோல்களையும் பயன்படுத்தி எடுக்கவேண்டும். எனவே ஆய்வைத் துவங்கும் முன்னரே ஒரு வெர்னியரை I—எனவும், மற்ற வெர்னியரை II-எனவும் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பின்னர் மறுமுகப்பில் தோன்றும் பிம்பத்தினை முன்போல் தொலைநோக்கியில் பார்த்து, குத்துக் குறுக்குக்கம்பியுடன் இணைந்து இருக்கும்படி செய்து அளவினை இரண்டு வெர்னியர் கோல்களையும் பயன்படுத்தி எடுக்கவேண்டும், இப்பொழுது ஏதாவது ஒரு வெர்னியர் கோலைப் பயன்படுத்தி எடுக்கப்பட்ட இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு பட்டகக் கோணத்தின் இருமடங்காகும். இதிலிருந்து பட்டகத்தின் கோணம் A-யைக் கணக்கிடலாம்.

பட்டகமேசையை வெர்னியர் கோல்களுடன் சுழற்றினால், அளவுகள் வேறுபடும். இவ்வாறு வேறுபட்ட துவக்க அளவுகளுடன் மீண்டும் ஆய்வினைச்செய்து அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி பட்டகக் கோணத்தின் சராசரி மதிப்பைக் காணக்கிடவேண்டும்.

பட்டகத்தின் சிறும திசைமாற்றக் கோணம்

பட்டக மேடையைத் திருப்பி, பட்டகத்தின் பளபளப்பான ஒரு பக்கம், இணையாக்கியில் உள்ள குவிவில்லையின் பரப்பிற்கு இணையாக இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். இப்பொழுது மற்ற பளபளப்பான பக்கத்தின் மூலம் சரியான திசையிலிருந்து பார்த்தால் பட்டகத்தின் விலகலடைந்த (refracted) பிளவின் பிம்பம் தெரியும். இந்த பிம்பம் தொலைநோக்கியின் பார்வைக் கோட்டத்தில் (field of view) விழும்படி தொலை நோக்கியைச் சரிசெய்ய வேண்டும். பட்டக மேசையை இரண்டு பக்கத்திலும் சற்று சுழற்றி, எந்தப் பக்கம் சுழற்றினால் திசைமாற்றக் கோணத்தை குறைக்கலாம் என்று காண வேணடும். பின்னர் பிம்பத்தைத் தொலை நோக்கியில் பார்த்தபடி பட்டக மேசையைக் கோணம் குறையும் திசையில் மெல்ல சுழற்றினால், ஒரு குறிப்பிட்ட நிலையில் பிம்பம் நிலையாக நின்று தோன்றி, மேற்கொண்டும் மேசை அதே திசையில் சுழற்றப்பட்டாலும், பிம்பம் திரும்பி எதிர் திசையில் நகரும். இப்படி எந்த நிலையில் நின்று பின்னோக்கிப் பிம்பம் திரும்புகின்றதோ, அந்நிலையில் பட்டக மேசையைத் திருகினால் நிலையாக்க வேண்டும். பின்னர் தொலை நோக்கியை நகர்த்தி, குத்துக் குறுக்குக் கம்பி பிம்பத்துடன் படிந்து தோன்றுமாறு செய்து, தொடர்பான அளவினை இரண்டு வெர்னியர் கோல்களையும் பயன்படுத்தி எடுக்க வேண்டும்.

பின்னர் பட்டகத்தை எடுத்துவிட்டு, நேராக இணையாக்கியிலிருந்து வரும் கதிர்கள் தொலைநோக்கியில் உண்டாக்கும் பிம்பம் குத்துக் குறுக்குக் கம்பியுடன் படிந்து தோன்றும்படி தொலைநோக்கியை நகர்த்த வேண்டும். இந்த அளவினை இரண்டு வெர்

னியர் கோல்களையும் பயன்படுத்தி எடுக்க வேண்டும். இப்பொழுது ஏதாவது ஒரு வெர்னியர் கோலைப் பயன்படுத்தி எடுக்கப்பட்ட இரண்டு அளவுகளுக்கும் உள்ள வேறுபாடு பட்டகத்தின் சிறும திசை மாற்றக் கோணம் ஆகும்.

பட்டகத்தினை அப்படியே அதன் விளிம்பு எதிர் திசைக்குச் செல்லுமாறு பட்டக மேசையை சுழற்றி நிலையாக்க வேண்டும். மீண்டும் ஆய்வினைச் செய்து அளவுகளைக் குறித்து அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும். எடுக்கப்பட்ட அளவுகளிலிருந்து சராசரி சிறும திசை மாற்றக்கோணம் D-யைக் கணக்கிடலாம்.

பட்டகத்தின் ஒளி விலகல் எண்

$$\text{பட்டகத்தின் ஒளிவிலகெண் } \mu = \frac{\text{சைன்}\left(\frac{A+D}{2}\right)}{\text{சைன்}\left(\frac{A}{2}\right)}.$$

இச்சமன் பாட்டில் A-பட்டகத்தின் கோணம், D-பட்டகத்தின் சிறும திசை மாற்றுக்கோணம். இவைகளுக்கான கணக்கிட்ட மதிப்புகளை இட்டு கணக்கிட்டால் பட்டகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் கிடைக்கும்.

முடிவுகள்

பட்டகத்தின் கோணம் = A =

பட்டகத்தின் சிறும திசைமாற்றக் கோணம் = D =

பட்டகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் = μ =

பட்டகத்தின் கோணம்—A

ஒரு தலைக்கோல் பகுதி $= \frac{1}{2}^\circ$

ஒரு வெர்னியர் கோல் பகுதி $= \frac{29}{30}$ தலைக்கோல் பகுதி

எனவே அதம அள்வு $= \left[\left(1 - \frac{29}{30}\right) \times \frac{1}{2}\right]^\circ$

$$= \left(\frac{1}{30} \times \frac{1}{2}\right)^\circ$$

$= \frac{1^\circ}{60}$ அல்லது 1 மினிட்.

எண்.	வட்ட அளவு கோலில் அளவுகள்.						பட்டகத்தின் கோணம்
	வெர்னியர் I.			வெர்னியர் II.			$A = \left(\frac{2A_1 + 2A_2}{4}\right)$
	பிம்பம் இடம்.	பிம்பம் வலம.	வேறுபாடு $2A_1$.	பிம்பம் இடம்.	பிம்பம் வலம்.	வேறுபாடு $2A_2$.	
1							
2							

சராசரி A= . ° '

பட்டகத்தின் சிறுமதிசை மாற்றக்கோணம்—D,

அதம அளவு =

எண்.		வட்ட அளவு கோலில் அளவுகள்	
		வெர்னியர் I	வெர்னியர் II
1	விலகிய பிம்பத்தின் அளவு		
2	நேரடி அளவு		
3	வேறுபாடு (D)		
4	D-யின் சராசயின் மதிப்பு D		

கணக்கீடு:

பட்டகத்தின் கோணம் A =

பட்டகத்தின் சிறும திசைமாற்றக் கோணம் = D =

$$\text{பட்டகத்தின் ஒளிவிலகல் எண் } \mu = \frac{\text{சைன் } \left(\frac{A+D}{2}\right)}{\text{சைன் } \frac{A}{2}}$$

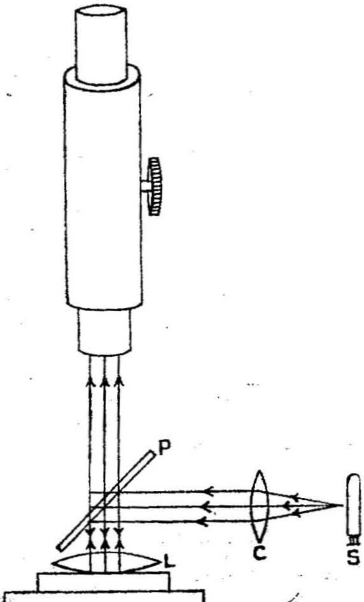
=

33. நியூட்டனின் வளையங்கள்.

நோக்கம்

சோடியம் ஆவி ஒளி அல்லது ஏதாவது ஒரு ஒற்றை நிறவொளி (monochromatic light) யின் அலை நீளத்தைக் காணல்.

கருவிகள்



படம் - 57

நீண்ட குவிய தூரமுள்ள குவிவில்லை, சமதளக் கண்ணாடித் தகடுகள், நுண்ணோக்கி சோடியம் ஆவி விளக்கு முதலியன.

செய்முறை

கருவிகளைப் படம் 57-ல் காட்டியுள்ளபடி அமைக்க வேண்டும். ஒரு நீண்ட குவிய குவிவில்லையை (L)ச் சமதளக் கண்ணாடித் தகட்டின் மீது வைத்து இரண்டையும் நுண்ணோக்கியின் அடி தளத்தின் மீது வைக்க வேண்டும் இப்பொழுது வில்லையும் கண்ணாடித் தகடும் ஒரே ஒரு புள்ளியில்மட்டும் தொட்டுக் கொண்டுள்ளன மேலு இந்த இரண்டும் இடையில் ஒரு மெல்லியக் காற்றுப் படலம் உள்ளது. இந்தக் காற்றுப் படலம் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும் புள்ளியிலிருந்து வெளி நோக்கிச் செல்லச் செல்ல, அதிகமானப் தடிப்பைக்கொண்டுள்ளது.

ஒரு சோடியம் ஆவி விளக்கு S-லிருந்து வரும் ஒளியை 10 அல்லது 15 செ.மீ. குவிய தூரமுள்ள குவிவில்லை-(C)யின் மூலம், கிடைக்கை நிலைக்கு 45° சாய்வில் அமைக்கப்பட்டுள்ள மற்றொரு கண்ணாடித் தகடு (P)-யின் மேல் கிடக்கையாகப் படும்படி செய்ய வேண்டும். இந்த ஒளி கண்ணாடித் தகட்டின் மேல் பட்டு எதிரொளிக்கப்பட்டு செங்குத்தாகக் கீழ் நோக்கிப் பாய்ந்து குவிவில்லை (L) மீதும் அதன்கீழ் உள்ள கண்ணாடித் தகட்டின் மீதும் படும். இந்த ஒளி குவிவில்லைக்கும் கண்ணாடித் தகட்டிற்கும் இடையில் உள்ள காற்றுப் படலத்தின் மேல்பரப்பினாலும் அடிபரப்பினாலும் தனித் தனியே எதிரொளிக்கப்படுகின்றது. இதனால் உண்டான இரண்டு பகுதிகளுக்கும் இடையில் குறுக்கீட்டு விளைவு (Interference) ஏற்படுகின்றது. குவிவில்லையும் கண்ணாடித் தகடும் தொடும் புள்ளியில் காற்றுப் படலத்தின் தடிப்பு சுழியும் (Zero) இதனால் அவ்விடத்தில் ஒரு கரும்புள்ளி உண்டாகின்றது.

இப்புள்ளியிலிருந்து வெளிநோக்கி நகர்ந்தால் காற்றுப்படலத்தின் தடிப்பு அதிகரித்துக்கொண்டே செல்கின்றது. இவ்வாறு வெவ்வேறு தடிப்புள்ள காற்றுப் படலங்களின் மேலும் கீழும் எதிரொளிக்கப்பட்ட இரண்டு பகுதிகளுக்கும் இடையில் குறுக்கிட்டு விளைவு ஏற்பட்டு ஒளிமிக்க வளையங்களும், கருமையான வளையங்களும் ஒன்று மாற்றி ஒன்று அமைந்து காணப்படுகின்றன.

இந்த வளையங்களில் மையத்தின் அருகில் உள்ள சில கண்ணால் பார்த்தாலே தெரியும். இவ்வாறு பார்த்து மையத்தின் நிலையைத் தெரிந்து, நுண்ணோக்கியை அதன் அச்சு செங்குத்தாக இருக்கும் வண்ணம் வைத்து வளையங்களை நோக்கி குவிக்கவேண்டும். தெளிவான வளையங்கள் தெரியும் வண்ணம் சரிசெய்யவேண்டும்.

மையக்கரும் புள்ளியைச் சுழியம் என்று கொண்டு இடது பக்கமாக (அல்லது வலப்பக்கமாக) நுண்ணோக்கியை நகர்த்தி வளையங்களை எண்ணி ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணுள் வளையத்தை (எடுத்துக்காட்டாக மையத்திலிருந்து இரண்டாவது அல்லது மூன்றாவது (வளையத்தை) n-என்று கொள்ளவேண்டும். இந்த வளையத்திலிருந்து வெளிநோக்கி வளையங்களை எண்ணிக் கொண்டே இருபதாவது (20) வளையத்திற்குக் குறுக்குக்கம்பி தொடுகோடாக இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். இப்பொழுது வளையத்தின் எண்ணிக்கை $(n+20)$ ஆகும். இதற்குத் தொடர்பான அளவை நுண்ணோக்கியின் கிடை நிலை அளவு கோலில் கண்டு குறிக்க வேண்டும்.

பின்னர் நுண்ணோக்கியை வலது புறமாக (அல்லது இடது புறமாக) நகர்த்தவேண்டும். நுண்ணோக்கி நகர்ந்து இரண்டு வளையங்களைக் கடந்து $(n+18)$, $(n+16)$ .....என்று n வரை உள்ள வளையங்களுக்குத் தொடுகோடாகவும், மையத்தைக் கடந்து வலதுபக்கத்தில் n முதல் $(n+20)$ வது வளையம் வரை மூன்று மூன்று வளையங்கள் அதிகரிக்கும்பொழுது தொடு கோடாகவும் அதன் குறுக்குக் கம்பி இருக்கும் பொழுதெல்லாம் அளவுகளைக் கண்டு அட்டவணையில் பதிவுசெய்ய வேண்டும். ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணுள்ள வளையத்திற்கு இடம் வலம் ஆகிய இரண்டு பக்கங்களிலும் எடுத்துள்ள அளவுகளின் வேறுபாடு அந்த வளையத்தின் விட்டமாகும். அளவுகள் எடுத்த எல்லா வளையங்களுக்கும் இவ்வாறு விட்டத்தினைக் கணக்கிட்டும் அவற்றின் வர்க்கங்களையும் கணக்கிட்டும் பதிவு செய்து கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர் எடுத்த அளவுகளினின்று அட்டவணை II நிரப்ப வேண்டும். இங்கு கணக்கிட்ட வளையங்களின் விட்டங்களின் வர்க்கத்தை நிரப்பி, ஒரு குறிப்பிட்ட எண் வேறுபாடு வளைய உள்ள வளையங்களின் விட்டங்களின் வர்க்கங்களுக்கிடையேயான வேறுபாட்டைக் கணக்கிட்டால் ஒரு மாறிலி (constant) கிடைக்கும்.

இப்பொழுது கண்ணுடித் தகட்டுடன் தொடர்பு கொண்டுள்ள வில்லையின் பரப்பின் வளைவு ஆரம் R-யை திரவவில்லை ஆய்வில் [ஆய்வு-31] விவரித்துள்ள பாய் முறை (Boys method) ப்படி காண வேண்டும்.

இப்பொழுது அட்டவணையில்கிடைத்த மாறிலியையும், வளைய எண் வேறுபாட்டையும், R-யையும் கொண்டுஒளியின் அலைநீளத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

D^2_n — n வளைய விட்டத்தின் வர்க்கம்

D^2_{n+m} — $n+m$ வளைய விட்டத்தின் வர்க்கம்

n— வளையங்களின் எண்ணிக்கை வேறுபாடு

ஒற்றை நிறவொளியின் அலைநீளம் λ

$$= \frac{D^2_{n+m} - D^2_n}{4m\,R.}$$

குவிவில்லைப் பாப்பின் வளைவு ஆரம் R= செ.மீ,

வளையங்களின் எண்ணிக்கை	நுண்ணோக்கியின் கிடை அளவுகோல்.		வளைய விட்டம் D.	D^2	$\dfrac{D^2_{n+m} - D^2_n}{m} =$
	இடம்.	வலம்.			
$n+20$					
$+18$					
$+16$					
$+14$					
$+12$					
$+10$					
$+\ 8$					
$+\ 6$					
$+\ 4$					
$+\ 2$					
n					
					சராசரி =

வளையங்களின் எண்ணிக்கை வேறுபாடு m =

முடிவு

ஒற்றை நிறவொளியின் அலைநீளம்.

குவிவில்லைப் பரப்பின் வளைவு ஆரம் R = செ.மீ.

வளையங்களின் எண்ணிக்கை வேறுபாடு m =

$$= \lambda \frac{D^2_{n+m} - D^2_n}{4m R}$$

$$= \frac{}{4 \times \quad \times}$$

$$=$$

ஒற்றை நிறவொளியின் அலைநீளம் λ =

34. விளிம்பு விளைவு கீற்றணி.

நோக்கம்

நிறமாலை மானியைப் பயன்படுத்தி, ஒரு விளிம்பு விளைவு கீற்றணி (Diffraction grating)-யில் செங்குத்துப்படுகதிர் முறைப் படி அதில் ஒரு சென்டி மீட்டர் நீளத்தில் உள்ள கீற்றுக்களின் எண்ணிக்கையையும், பாதரச ஆவிவிளக்கின் நிறமாலையில் உள்ள முனைப்பு வரிகளின் (prominet lines) அலை நீளங்களையும் காணல்.

கருவிகள்

நிறமாலைமானி, சமதள ஒளிசெலுத்துகை கீற்றணி (plane transmission grating), சோடியம் ஆவிவிளக்கு, பாதரச ஆவி விளக்கு முதலியன.

விளக்கம்

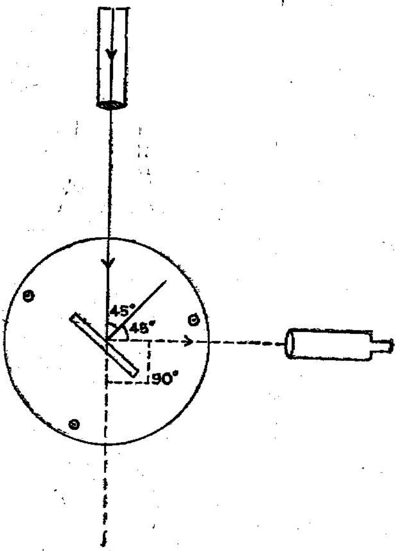
சமதள கீற்றணி இணையான பக்கங்களையுடைய ஒரு கண்ணாடித் தகடு. இதன் ஒரு பக்கத்தில் ஏராளமான (பொதுவாக ஒரு செ.மீ, பல ஆயிரம்) ஒளிபுகாக் கோடுகள் (opaque lines) வரையப்பட்டுள்ளன. இரண்டு வரைவுகளுக்கு இடைப்பட்டப் பகுதி ஒளிப்புகும் தன்மையது. இப்பகுதி ஒவ்வொன்றும் ஒரு குறுகிய பிளவாகப் (narrow slit) பயன்படுகின்றது.

இக்கீற்றணி வழியாக இணை ஒளிக் கற்றை பாயும் போது விளிம்பு விளைவுக் குள்ளாகி ஒன்று அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட விளிம்பு விளைவு நிறமாலையைத் (diffraction spectrum) தோற்று விக்கிறது. விளிம்பு விளைவின் கோணம் ஒளிக்கதிரின் அலைநீளத்தையும் நிறமாலையின் வரிசையையும் (order) பொருத்தது.

செய்முறை

முதலில் நிறமாலைமானியை அதனுடைய தொலை நோக்கியில் உள்ள குறுக்குக் கம்பிகள் தெளிவாகத் தெரியும் வண்ணமும்,

தொலை நோக்கியினை ஒரு தூரப்பொருள் நோக்கிவைத்து, அப் பொருளின் தெளிவான பிம்பம் அதில் தெரியும் வண்ணமும் சரி செய்யவேண்டும். இப்பொழுது தொலைநோக்கி அதன் பொருளாகி யின் மீது விழும் இணையான கதிர்களுக்கான பிம்பத்தைத் தெளி வாக உண்டாக்கும் நிலையில் உள்ளது.



படம் - 58

பின்னர் பட்டக மேசையை இரச மட்டத்தின் மூலம் சம கிடக்கை மட்டத்தில் இருக்கும்படி சரி செய்ய வேண்டும். இப் பொழுது பிளவினை (slit) மிகச் சிறிய குறுக்களவு இருக்குமாறு வைத்துக்கொண்டு சோடியம் ஆவி விளக்கால் ஒளியூட்ட வேண் டும். இதற்காகப் பிளவு ஆவி விளக்கின் ஒளி மிகுந்த பகுதியுடன் ஒரே நேர்க் கோட்டில் இருக்குமாறு வைக்க வேண்டும். பின்னர் தொலை நோக்கியின் அச்சும் இணையாக்கியின் அச்சும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் அமையுமாறு தொலை நோக்கியை நகர்த்தி சரி செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு வைத்தவுடன் ஒரு தெளிவான பிளவின் பிம்பம் கண்ணருகியில் தெரியும். பிம்பம் தெளிவாக இல்லாவிட் டால் இணையாக்கியின் நீளத்தைச் சரிசெய்து தெளிவான பிம்பத்தை உண்டாக்கவேண்டும். [தொலை நோக்கியின் நீளத்தை எக்காரணத்தைக் கொண்டும் சரிசெய்த பின்னர், கூட்டவோ குறைக்கவோ கூடாது.] இப்பொழுது நிறமாலைமானி ஆய்வுக்குத் தயாராக உள்ளது.

பட்டக மேசையின் மீது கீற்றணிப் பிடிப்பானை (holder)ப் பொருத்தவேண்டும். வெர்னியர் கோலின் அதம அளவைக் கண்டு குறித்துக்கொள்ளவேண்டும்.

தொலைநோக்கி, இணையாக்கியுடன் ஒரே அச்சில் இருக்கும் பொழுது தெரியும் பிம்பத்தினை செங்குத்துக் குறுக்குக்கோட்டுடன் படிந்து தோன்றுமாறு வைத்து நேரான அளவை பார்த்துக் கொள்ளவேண்டும். இந்த அளவிலிருத்து 90 டிகிரி கோணத்துக்கு சரியாகத் தொலை நோக்கியைச் சுழற்றி, ஆரத்திருகின் மூலம் நிலை யாக்கவேண்டும்.

பின்னர் கீற்றணியை, வரைவுப் பரப்பு செங்குத்தாகவும் இணையாக்கியை நோக்கி இருக்கும்படியும் பிடிப்பானில் பொருத்த வேண்டும். பட்டக மேசையை விடுவித்து கவனமாக சுழற்றி, கீற்றணியின்மேல் இணையாக்கியில் இருந்துவரும் கதிர்கள் 45° கோணத்தில்பட்டு எதிரொளிக்கப்பட்ட பிம்பம் குத்துக் குறுக்குக் கம்பியுடன் பொருந்தும்படி செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது வட்ட அளவு கோலில் உள்ள அளவினைக் கண்டறிய வேண்டும். இந்த அளவிலிருந்து பட்டக மேசையை சரியாக 45° சுழற்றி கீற் றணியில் படுகதிர்கள் செங்குத்தாக விழும்படி செய்ய வேண்டும். இந்த நிலையில் பட்டக மேசையை நிலையாக்க வேண்டும்.

பின்னர் தொலைநோக்கியை விடுவித்து நேரடி பிம்பம் தெரியும் இடத்திற்குக் கொண்டுவரவேண்டும். விளிம்பு விளைக்குள்ளான சோடியம் ஆவிவிளக்கின் ஒளியின் முதல்வரிசை (first order) பிம்பம் இந்நிலைக்கு இரண்டு பக்கங்களிலும் தெரியும் இந்த பிம்பங்கள் தொலைநோக்கியின் பார்வைக்கோட்டத்தின் நடுவில் உள்ளவாறு சரிசெய்ய வேண்டும்.

தொலைநோக்கியைக் கவனமாக நகர்த்தி, விளிம்பு விளை வடைந்த பிளவின் முதல்வரிசை பிம்பங்களில் இடது பக்க பிம்பத் துடன் குத்துக் குறுக்குக் கம்பி படிந்து தோன்றுமாறு செய்து, இந் நிலைக்குத் தொடர்பான அளவினை இரண்டு வெர்னியர்கள் மூலம் வட்டக்கோலில் கண்டறிய வேண்டும். பின்னர் வலது பக்க பிம்பத்தினைக் குறுக்கு கம்பியுடன் பொருந்தி தோன்றுமாறு தொலை நோக்கியை நகர்த்தி அளவினை முன்போலவே எடுக்கவேண்டும். ஒரே வெர்னியர் கோலை பயன்படுத்தி எடுக்கப்பட்ட இரண்டு அளவுகளுக்கிடையான வேறுபாடு விளிம்பு விளைவுக்கோணத்தின் (θ) இருமடங்காகும். சோடியம் ஆவி ஒளியின் அலைநீளத்தை (λ) 5893×10^{-8} செ.மீ. எனக்கொண்டு, கீற்றணியில் ஒரு செ.மீ. நீளத்தில் உள்ள மொத்த வரைவுகள் $N = \frac{\text{சைன் } \theta}{\lambda}$ என்ற சமன் பாட்டினால் கணக்கிட வேண்டும்.

பாதரச ஆவி ஒளியின் வரிகளின் அலைநீளங்கள்.

சோடியம் ஆவிவிளக்கை எடுத்து விட்டு பதிலாக பாதரச ஆவி விளக்கை வைக்கவேண்டும் நேரடி பிம்பத்திற்கு இருமருங்கிலும் தோன்றும் விளிம்பு விளைவடைந்த பிம்பத்தின் முதல் வரிசைகளைக் காணவேண்டும். பாதரச ஆவி விளக்கின் வெள்ளை நிற ஒளி விளிம்பு விளைவிற்குப்பின் நிறமாலையாகத் தோன்றும் இந்த நிற மாலையில் உள்ள முனைப்பு வரிகளைக் கண்டு கொள்ள வேண்டும். முனைப்பு வரிகளில் ஒன்று சிவப்பு பகுதியிலும், இரண்டு மஞ்சள் பகுதியிலும் (yellow region), ஒன்று பச்சைப் பகுதியிலும் (green region), ஒன்று பசுநீலப் பகுதியிலும் (greenish blue) ஒன்று நீலப்பகுதியிலும் (blue region), இரண்டு ஊதாநிற பகுதியிலும் (violet region)இருக்கும்.

முன்பு விவரித்துள்ளபடி ஒவ்வொரு முனைப்பான வரிக்கும் தொடர்பான விளிம்பு விளைவுக் கோணத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். இதிலிருந்து ஒவ்வொரு முனைப்பு வரியின் ஒளி அலை நீளத்தை $\lambda = \frac{\text{சைன் } \theta}{N}$ என்ற சமன் பாட்டால் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவுகள்

(1) ஒரு செ.மீ. கீற்றணி நீளத்தில் உள்ளவரைவுகள்

N =

பாதரச ஆவி விளக்கு ஒளியின் அலைநீளங்கள் கணக்கிடப்பட்டு அட்டவணைப் படுத்தப்பட்டுள்ளன.

கொள்கையும் கணக்கீடும்

கீற்றணியில் 1 செ.மீட்டரில் உள்ள கோடுகளின் எண்ணிக்கை N-என்க. அலைநீளம் λ என்க. விளிம்பு விளைவுக் கோணம் θ என்க.

பின்னர் சைன் $\theta = N n.\lambda$.

இதில் n-என்பது நிறமாலை வரிசை (order of the spectrum).

இந்த ஆய்வில் $n=1$. எனவே,

ஒரு செ.மீட்டர் நீளத்தில் உள்ளவர்களின் எண்ணிக்கை $\Big\} = N = \frac{\text{சைன் } \theta}{\lambda}$.

35. தளவிளைவு மானி

நோக்கம்

சர்க்கரையின் தன் திருப்புத்திறனை (Specific rotatory power) தளவிளைவுமானி (polarimeter)-யைப் பயன் படுத்திக் காணல்.

கருவிகள்

தளவிளைவுமானி, சர்க்கரை, உருளை வடிவக் கண்ணாடிக் குழாய்கள் வெற்றுக் கண்ணாடிக் குவளைகள் முதலியன.

விளக்கம்

பொதுவாகப் பயன்படுத்தப்படும் தளவிளைவுமானி லாரண்ட்டின் அரைநிழல் தளவிளைவுமானி (Laurent's half shade polarimeter) ஆகும். இதில் N_1 N_2 என்ற இரண்டு நைக்கல் பட்டகங்கள் (Nicol prisms) உள்ளன. இதில் N_1 தளவிளைவி (Polariser) யாகவும், N_2 பகுப்பானாகவும் (analyser) வேலை செய்கின்றன.

சோடியம் ஆவிவிளக்கு தளவிளைவுமானி வில்லையின் (L) குவியத்தில் உள்ளது. இதிலிருந்து வரும் ஒளி அணைக்கற்றையாக நைக்கல் பட்டகம் N_1–ல் விழுந்து தளவிளைவுற்ற ஒளியாக (Polarised light) வெளியேறும். இந்த ஒளி பின்னர் நைக்கல் N_2 வின் மேல் விழுகின்றது. நைக்கல் N_2 ஒரு கிடக்கை அச்சின் மீது சுழலும் வண்ணம் பொருத்தப்பட்டுள்ளது. வட்ட அளவு கோல் (S) வெர்னியர் கோல் இரண்டையும் கொண்டு, சுழன்ற கோணத்தை அளவிட இயலும். நைக்கல் N_2 சுழற்றப்படும் பொழுது அதிலிருந்து வெளிவரும் ஒளியின் செறிவு சிறிது சிறிதாகக் குறைந்து ஒருநிலையில் முற்றிலும் மறைந்துவிடும். இப்பொழுது நைக்கல் பட்டகங்களின் (N_1, N_2) அச்சுக்கள் ஒன்றுக்கு ஒன்று செங்கோணத்தில் இருக்கும்.

33. மின்னழுத்தமானி-மின்தடைகளின் ஒப்பீடு

நோக்கம்

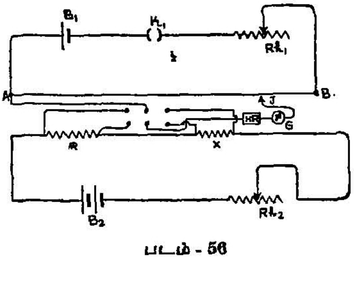
மின்னழுத்தமானிமூலம் இரண்டு தடைகளை ஒப்பிடுதல்.

கருவிகள்

மின்னழுத்தமானி, மின்தடைமாற்றி, மின்சேமக்கலம், முளைச் சாவிகள், நுண்ணுணர் கால்வனுமானி, உயர் தடை, ஒப்பிடப்படவேண்டிய தடைகள்.

செய்முறை

இவ்வாய்வில் இரண்டு தனித்தனிச் சுற்றுகளை ஏற்படுத்த வேண்டும். ஒரு சுற்றில் மின்னழுத்தமானியின் கம்பி முனைகள் (A, B) மின்தடை மாற்றி, முளைச் சாவி, மின் சேமக்கலம் ஆகிய வற்றுடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டும். மற்றொரு சுற்றில் இரண்டு மின்சேமக்கலங்கள் ஆய்விற்குரிய தடைகள் (R-ம், X-ம்), மின்தடைமாற்றி, முளைச் சாவி இவற்றின் வழியாகத்



படம் - 56

தொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டும். இப்பொழுது ஓர் இரட்டை வழிச் சாவியினால் இரண்டு சுற்றுகளுக்கும் தொடர்பினை உண்டாக்கவேண்டும். இதற்காக இரட்டை வழிச் சாவியின் நடு

இரண்டு இணைப்புத் திருகுகளுள் ஒன்றில் மின்னழுத்தமானிக் கம்பியின் நேர்முனை A-யைப் படம்–56-ல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கவேண்டும். மறு இணைப்புத் திருகுகளை ஓர் உயர் தடை, நுண்ணுணர் கால்வனுமானி வழியாகத் தொடர்பாக்கி நகரும் மின்னழுத்தமானியில் உள்ள தாமிரத்தண்டின் திருகில் இணைக்க வேண்டும். மற்ற நான்கு இரட்டை வழிச் சாவித் திருகுகளுடன் படம்–56-ல் காட்டியுள்ளவாறு தடைகள் R-ஐயும் X-ஐயும் இணையாக இணைக்கவேண்டும்.

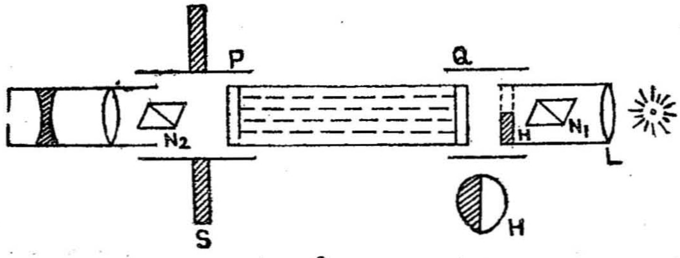
இப்பொழுது இரண்டு சுற்றுகளையும் பூர்த்தியாக்கிச் சுற்றுகள் சரியாக உள்ளனவா என்று பார்க்கவேண்டும். இதற்காக இரட்டை வழிச் சாவியில் உள்ள நெம்புகோல் (lever) மூலமாக ஏதாவது ஒரு தடையைச் (R அல்லது X) சுற்றில் தொடர்பாக்கிக் கொள்ளவேண்டும்.

இப்பொழுது முதல் சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியில் சுன்னத்தடை இருக்குமாறு வைத்துக்கொள்ளவேண்டும். தொடர்பாக்கியை (jockey) மின் அழுத்தமானியின் மேல் நகர்த்தி, முதல் கம்பியின் முனை A அருகில் வைத்து, அக்கம்பிக்கான தொடு முனையை அழுத்திக் கால்வனுமானியில் விலகலைக் கவனிக்க வேண்டும். பின்னர், முனை B-அருகில் (பத்தாவது கம்பி) தொடு முனையை அழுத்திக் கால்வனுமானி விலகலைக் கவனிக்க வேண்டும். விலகல்கள் எதிர் எதிர் திசைகளில் இருக்குமானால் சுற்றுச் சரியானதாகும்; இல்லையேல் தவறானதாகும்.

பின்னர், உயர் தடை சுற்றில் இருக்குமாறு அதிலுள்ள முளையை நீக்கிவிடவேண்டும். பின்னர் ஒரு தடையைத் (R) துணைச்சுற்றில் இருக்குமாறு வைத்து, தொடர்பாக்கியில் உள்ள தொடுமுனைகளை ஒவ்வொன்றாக அழுத்தி, கால்வனுமானியில் கிட்டத்தட்டச் சுழிய விலக்கம் கிடைக்குமாறு செய்து, கம்பியின் மேல் சரியீட்டுப்புள்ளியைக் (balancing point) காணவேண்டும். பின்னர், உயர்தடையின் முளையைச் செருகி, சுற்றில் உயர்தடை இல்லாதவாறு செய்யவேண்டும். இப்பொழுது சரியான சரியீட்டுப் புள்ளியைக் காணவேண்டும். இப்பொழுது முனை A-யிலிருந்து இப் புள்ளிவரை உள்ள கம்பியின் நீளத்தை (l_1) அளக்கவேண்டும். பின்னர், மற்றத்தடை X-யைச் சுற்றில் இருக்குமாறு செய்து சரியீட்டு நீளத்தைக் (l_2) காணவேண்டும்.

இவ்வாறே, முதல் சுற்றில் உள்ள மின்தடைமாற்றியை அதன் நகரும் தொடர்பு, வெவ்வேறு இடங்களில் இருக்குமாறு வைத்து, ஒவ்வொரு நிலைக்கும் இரண்டு தடைகளும்

படத்தில் P Q என்பது ஒரு கண்ணாடிக் குழாய். இதன் இரு புறங்களிலும் மறையுடன் கூடிய கண்ணாடித் தகடுகள் பொருத்தப்பட்ட மூடிகள் உள்ளன. இந்தக் கண்ணாடித் தகடுகள் மூலம் ஒளி ஒருபுறம் இருந்து மறுபுறம் செல்ல இயலும். இந்தக் குழாயில் ஒரு ஒளியியல் வினைப் பொருளின் (optically active substance) கரைசலைக் காற்றுக் குமிழிகள் இல்லாமல் நிரப்பி, இதன் அச்சு தள



படம் - 59

விளைவுமானியின் அச்சுக்கு நீளவாக்கில் இணையாக இருக்கும்படி வைக்கலாம். நைக்கல் N_1-ல் தளவிளைவடைந்த ஒளி இக்கரைசலின் வழியாகப் பாயும்போது அதன் தளவிளை தளம் (plane of polarisation) ஒரு குறிப்பிட்ட கோணத்திற்குச் சுழற்றப்படும். இப்படி சுழற்றப்படும் கோணம் கரைசலின் அடர்வையும், நீளத்தையும் பொருத்தது. முன் கண்டபடி மீண்டும் ஒளி முற்றிலும் மறைய வேண்டுமாயின் பகுப்பானை (N_2) இதே அளவு கோணத்திற்கு சுழற்றப்படவேண்டும்.

எந்த நிலையில் ஒளி முற்றிலும் மறைகின்றது என்பதைக் காண்பது மிகவும் கடினம். இதற்காகத் தளவிளைவு மானிகளில் நுண்ணிதாகச் சரிசெய்யக் கூடிய சில அமைப்புகள் உள்ளன. குறிப்பாகப் படத்தில் காட்டியுள்ள லாரண்டின் தளவிளைவு மானியில் ஒரு வட்டமான துளை உள்ளது. இதன் சரிபாதி பரப்பு அரை வட்டமாக வெட்டப்பட்ட குவார்ட்ஸ் தகட்டால் மூடப்பட்டுள்ளது. இது அதனுடைய தளம் ஒளி அச்சுக்கு (opticaxis) இணையாக இருக்குமாறு வெட்டப்பட்டுள்ளது. மேலும் இதன் வழியாகத் தள விளைவடைந்த ஒளி செலுத்தப்படும் பொழுது, இயல்பு ஒளிக்கதிர் (oridinary ray) சிறப்பு இயல்பு ஒளிக்கதிர் (Extra ordinary ray) என இரண்டாகப் பிரிக்கப்படும். அத்துடன் குவார்ட்ஸ் தகட்டின் தடிப்பம் பிரிக்கப்பட்ட இரண்டு ஒளிக்கதிர்களுக்குமிடையே அரை அலைநீள பாதை வேறுபாட்டை ஏற்படுத்தும் அளவில் உள்ளது. வட்டத்துளையின் மறுபாதிப் பரப்பு ஒரு கண்ணாடித் தகட்டில் மூடப்பட்டுள்ளது. இதன் தடிப்பு அரை-

அலைத் தகடு (Half-wave plate) உட்கவர்ந்த அதே அளவு ஒளியை உட்கவரும் வகையில் உள்ளது. இப்படிப்பட்ட அமைப்புடன் இரண்டு தகடுகளும் ஒரே அளவுக்கு ஒளியூட்டப்பட்டிருக்குமாறு சரி செய்யலாம். இந் நிலையில் பகுப்பானைச் சிறிது சுழற்றினாலும் ஒரு பகுதி இருண்டு, மற்றது ஒளிரும்.

செய்முறை

வட்ட அளவுகோலையும் வெர்னியர் அளவுகோலையும் பார்த்து அதம அளவைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். கண்ணருகியைத் திருகி குவார்ட்ஸ் தகடு H தெளிவாகத் தெரியும்படி சரிசெய்யவேண்டும். கண்ணாடிக் குழாய் PQ-வை காய்ச்சி வடித்த நீரால் (distilled water) காற்றுக் குமிழின்றி நிரப்பி அதற்கான இடத்தில் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது பகுப்பானைச் சுழற்றி இரண்டு அரைத் தகடுகளும் சமமாக ஒளிரும்படி அல்லது இருளும்படி சரிசெய்ய வேண்டும். இந்த நிலைக்குத் தொடர்பான அளவினை வட்ட அளவு கோலிலும் வெர்னியர் அளவுகோலிலும் கண்டு மொத்தத்தைக் கணக்கிடவேண்டும். இப்படி சரிசெய்தலை இரண்டு அல்லது மூன்று முறை திரும்பச்செய்து சராசரி அளவினை எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

பின்னர் 5 அல்லது 10 கிராம் சர்க்கரையை எடுத்துக்கொண்டு 100 க.செ. மீ. காய்ச்சி வடித்த நீரில் கரைத்து கரைசலை வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். குழாயில் உள்ள நீரைக் கொட்டி விட்டு 5% சதவீதக் கரைசலை, குழாயில் நிரப்பி முன்போல் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது பகுப்பான் மூலம் பார்த்தால் இரண்டு அரைவட்டத் தகடுகளும் வெவ்வேறு அளவில் ஒளியேற்றப் பட்டிருக்கும். எனவே பகுப்பானைச் சுழற்றி முன்போல் சமமாக ஒளிரும்படியோ அல்லது இருளும்படியோ சரிசெய்ய வேண்டும். இப்பொழுதுள்ள அளவினைக் கண்டறிய வேண்டும். ஆய்வினைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்து சராசரி அளவினைக் காணவேண்டும். இரண்டு அளவுக்கும் உள்ள வேறுபாடு மொத்த சுழற்சிக் கோணம் (total angle of rotation) ஆகும்.

ஆய்வினை 10% சர்க்கரைக் கரைசலைப் பயன்படுத்தி மீண்டும் செய்ய வேண்டும். மேலும் வேறு அளவு நீளமுள்ள குழாய்களைப் பயன்படுத்தியும் ஆய்வினை மீண்டும் செய்யவேண்டும்.

பின்னர் தன் திருப்புத்திறனை (specific rotatory power)க் கணக் கிட்ட சுழற்சிக் கோணம் θ கரைசலின் அடர்த்தி சதவீதத்தில் அதாவது கனசென்டிமீட்டருக்கு ஆன கிராம் அளவு, C, குழாயின் நீளம் ஆகியவை கொண்டு கணக்கிடவேண்டும்.

கொள்கை

கரைசலின் நீளம் l டெசி மீட்டர் என்க. எனவே [நீளம் செ.மீ. கொடுக்கப்பட்டிருந்தால் 10-ஆல் வகுக்க வேண்டும்] கரைசலில் C-கிராம்பொருள் 1 க.செ.மீ. நீரில் கரைத்து கரைசல் கிடைத்தது என்க. பின்னர் தன் திருப்புத்திறன் (S) கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டில் கிடைக்கும்.

$$S = \frac{\theta}{l \times c}.$$

இதில் θ-என்பது தளவிளைவுத்தளம் திருப்பப்பட்ட மொத்த கோணமாகும்.

முடிவு

சர்க்கரைக் கரைசலின் தன் திருப்புத்திறன் S =

காட்சிப்பதிவும் கணக்கீடும்

அடர்த்தி C கிராம்/ க.செ.மீ.	காய்ச்சி வடித்த நீருடன் அளவு.	கரை சலுடன் அளவு.	சுழற்சிக் கோணம் (θ).	கரை சலின் நீளம் (டெசி மீட்டர்).	தன் திருப்புத் திறன் எண் $S = \frac{\theta}{l \times c}$.
5% அல்லது ·05 கிராம்/ க.செ.மீ.	(i) (ii) சராசரி=	(i) (ii) சராசரி =			
10% அல்லது ·1·0 கிராம்/ க.செ.மீ.	(i) (ii) சராசரி=	(i) (ii) சராசரி =			

மற்றப் பகுதிகளை மாற்றுமல், டேனியல் மின்கலத்தை மட்டும் நீக்கிவிட்டு அந்த இடத்தில் 1 ஓம் படித்தரத் தடை இருக்குமாறு படம்–58-ல் காட்டியுள்ளவாறு இணைக்கவேண்டும்.

இரண்டாவது சுற்றிலுள்ள முளைச் சாவியைச் செருகிச் சுற்றினைப் பூர்த்தியாக்கவேண்டும். பின்னர், இரண்டாவது சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியைச் சரிசெய்து அம்பியர் மானியில் 0.2 ஆம்பியர் அளவு மின்னேட்டம் இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது 1 ஓம் படித்தரத்தடையின் குறுக்காக ஏற்படும் மின்னழுத்தத்தைச் சமனுக்கும் மின்னழுத்தமானிக் கம்பி நீளத்தைத் (l_2 செ.மீ.) தீர்மானிக்கவேண்டும். பின்னர், இரண்டாவது மின்தடை மாற்றியில் தடையை மாற்றி அம்பியர் மானி 0.4 ஆம்பியர், 0.6 ஆம்பியர், 0.8 ஆம்பியர், 1 ஆம்பியர் என்று வெவ்வேறு அளவுகளைக் காட்டுமாறு செய்து, ஒவ்வொரு மின்னேட்டத்திற்கும், சமனுக்கும் நீளத்தைக் காணவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி, ஒவ்வொரு முறையும் சுற்றில் ஓடும் மின்னேட்டத்தைக் கணக்கிடலாம். இந்த அளவுகளை அம்பியர்மானி காட்டிய அளவுகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பிழை திருத்தம் செய்து அம்பியர்மானியை அளவிடலாம்.

கொள்கை

I ஆம்பியர் மின்னேட்டம் படித்தரத்தடை R-ன் வழியாக ஓடுகிறதெனில், தடை R-ன் குறுக்காக ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு IR-க்குச் சமம். மின்னழுத்தமானிக் கம்பியின் l_2 செ.மீ. நீளம் இந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டைச் சமனுக்கு கின்றது. ஆனல், 1·08 வோல்ட் மின்னழுத்தத்தைச் சமனுக்கும் கம்பியின் நீளம் l_1 செ.மீ.

எனவே, R-ன் குறுக்காக உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு

$$= \frac{1.08}{l_1} \times l_2$$

$$\therefore \ IR = \frac{1 \cdot 08}{l_1} \times l_2$$

இங்கு $R = I$, ஆகையால், $I = \dfrac{1 \cdot 08}{l_1} \times l_2$ ஆம்பியர்.

முடிவு

அம்பியர்மானி காட்டிய வெவ்வேறு மின்னோட்ட அளவு களுக்குத் தொடர்பான சரியான மின்னோட்ட அளவுகள் கணக் கிடப்பட்டு, அளவு திருத்தம் செய்யப்பட்டது, அம்பியர்மானி.

அம்பியர்மானி அளவுகள்	சமனாக்கும் கம்பியின் நீளம் l_2 (செ.மீ).	கணக்கிடப்பட்ட மின்னோட்டம் $I = \frac{1 \cdot 08}{l_1} \times l_2$ (ஆம்பியர்)	திருத்தம்

35. தொங்கு சுருள் கால்வனுமானியின் தடையும், தகுதியொப்பெண்ணும்

நோக்கம்

ஓர் ஆடிக்கால்வனுமானியின் (Mirror galvanometer) தடையை யும், தகுதியொப்பெண்ணையும் (Figure of merit) காணல்.

கருவிகள்

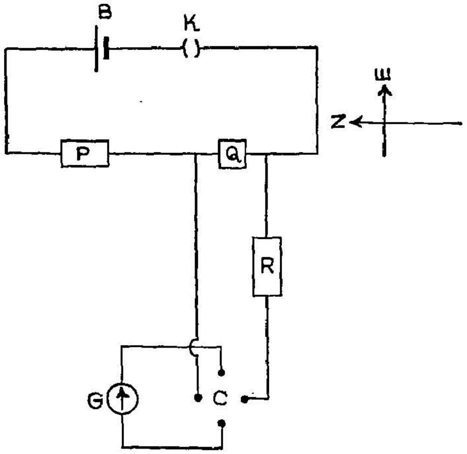
ஒரு 2 வோல்ட் சேமக் கலன், இரண்டு 1—5000 ஓம்கள் உள்ள தடைப் பெட்டிகள், 1—100 ஓம்கள் உள்ள மற்றொரு தடைப் பெட்டி, ஓர் ஆடிக்கால்வனுமானி, திசைமாற்றி, மூளைச் சாவி முதலியன.

செய்முறை

(அ) அரை விலக்கல் முறையில் தடை

சேமக்கலத்தின் இரண்டு துருவங்களும் இரண்டு தடைப் பெட்டிகள் (P, Q) மூளைச்சாவி வழியாகத் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்றாவது தடைப் பெட்டி R, தடைப் பெட்டி Q-வின் இரு முனைகளுக்கிடையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஆடிக்கால்வனுமானி G-யுடன் திசை மாற்றி C-யின் மூலம் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு, Q-வுக்கு இணையான முறையில் உள்ளது. ஆடிக்கால்வனுமானி ஒரு தொங்கும் வகையினது (suspended type). இதில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஆடி அதன்மேல் படும் ஒளியை எதிரொளித்து, அதன் அசைவுகளுக்குத் தக்கவாறு எதிரில் உள்ள அளவுகோல் பிம்பம் நகரும் வண்ணம் உள்ளது. முதலில் இதில் உள்ள ஒளிப்பகுதிகளைச் சரிசெய்து, அளவுகோலில் அளவு சுழியத்துடன் பொருந்தும்வண்ணம் செய்யவேண்டும். இதில் P, Q இரண்டு தடைப் பெட்டிகளும் மின்னழுத்த வேறு பாடுகளை உண்டாக்கும் அமைப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. சேமக்கலத்தின் மின்னழுத்த விசையில் ஒரு பகுதியே கால்வனு

மானி வழியாகச் செலுத்தப்படலாம். எனவே, Q-வில் 1 ஓம் தடையை மட்டும் உண்டாக்கி, Q-வில் 9999 ஓம் தடையை உண்டாக்கவேண்டும். இப்பொழுது P+Qவின் தடை 10,000



படம் - 59

ஓம் ஆகும். இப்பொழுது மின் சுற்றைப் பூர்த்தி செய்தால் Qவின் முனைகளுக்கிடையேயான வேறுபாடு சேமக்கலத்தின் மின் இயக்கு விசையின் மதிப்பில் $\frac{1}{10,000}$ ஆகும்.

இந்தச் சிறிய மின்னழுத்த வேறுபாடு கால்வனுமானியில் விலகலை உண்டாக்குகின்றது. இப்பொழுது தடைப் பெட்டி R-ல் தடை ஏதும் இல்லாமல் (R=O), கால்வனுமானியில் உண்டாகும் நிலையான விலகலைக்கண்டு குறிக்கவேண்டும். பின்னர், தடைப் பெட்டி R-ல் தடைகளை மெதுவாக உண்டாக்கி நிலையான விலகல் முன்பிருந்த விலகலில் பாதியாக ஆகும்வண்ணம் குறைக்க வேண்டும். கால்வனுமானி வழியாக மின்னோட்டம் பாதியாகக் குறைக்கப்படுவதனுலேயே விலகல் பாதியாகின்றது. எனவே, முன்பு கால்வனுமானி தடை 'G' மட்டும் இருந்தது என்றால், பாதி விலகல் அடையும்போது கால்வனுமானி சுற்றில் தடை (R + G) ஆகின்றது. இந்த (R+G)=2G என்றால்தான் விலகல் பாதிஅள வாகக் குறையும். எனவே, R = G ஆகும். பின்னர், Q-வின்

மதிப்பை 2, 3 ஆகவும் P-யின் மதிப்பை 9998, 9997 ஆகவும் வைத்து ஆய்வினைச்செய்து அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். கிடைத்த அளவுகளிலிருந்து சராசரி G-யின் மதிப்பைக் காணவேண்டும்.

(ஆ) கால்வனுமானியின் தகுதியொப்பெண்

முன் பகுதி ஆய்வில் செய்த இணைப்புகளை அப்படியே வைத்துக் கொண்டு, ஒரு சரியான மின்னழுத்த வேறுபாடு கால்வனுமானியில் உண்டாக்கப்படவேண்டும். இவ்வாறு செய்து கால்வனுமானியில் உண்டாகும் நிலையான விலகலைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர், மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றி மீண்டும் விலகலைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். கிடைத்த இரண்டு அளவுகளிலிருந்தும் சராசரி விலகலைக்கண்டு, கால்வனுமானியின் தகுதியொப்பெண்ணைக் காணவேண்டும். கணக்கிடும்பொழுது மின் சேமக் கலத்தின் மின்னழுத்த விசை 2 வோல்ட் என்று வைத்துக் கொள்ளவேண்டும். மின்தடைப் பெட்டிகள் P, Q இரண்டிலும் பொருத்தமான தடைகளை உண்டாக்கி, மீண்டும் மீண்டும் ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும். விலகல் அளவுகோலை விட்டு வெளியே செல்லுமளவுக்கு அதிகமாக ஆகும்பொழுது மின்தடைப் பெட்டி R-ல் தடைகளை ஏற்படுத்தி விலகல், அளவுகோலுக்குள் கிடைக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

கொள்கை

$$\left.\begin{array}{r}\text{கால்வனுமானி இடையேயான மின்னழுத்த}\\ \text{வேறுபாடு}\end{array}\right\} = \frac{EQ}{P+Q}$$

இங்கு E-சேமக்கலத்தின் மின் அழுத்த விசையாகும்.

கால்வனுமானி சுற்றில் தடை $= (R + G)$.

$$\left.\begin{array}{l}\text{எனவே, கால்வனுமானி வழியாகச்}\\ \text{செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவு}\end{array}\right\} = \frac{EQ}{(P+Q)} \cdot \frac{1}{(R+G)}$$

ஒவ்வொரு முறையும் கிடைக்கும் சராசரி விலகலை d எனக் கொண்டால் தகுதியொப்பெண்

$$= \frac{EQ}{(P+Q)} \cdot \frac{1}{(R+G)} \cdot \frac{1}{d} \text{ ஆம்பியர்/பகுதி}$$

முடிவு

$$\left.\begin{array}{l}\text{பாதிவிலகல் முறையால் கிடைத்த}\\ \text{கால்வனுமானித் தடை}\end{array}\right\} G = \text{ ஓம்கள்}$$

கால்வனுமானியின் தகுதியொப்பெண் = ஆம்பியர்/பகுதி.

காட்சிப் பதிவுகள் :—

(அ) கால்வனுமானித் தடை

P-யில் தடை (ஓம்கள்) (P)	Q-வில் தடை ஓம்கள் (Q)	ஒரு திசையில் மின்னோட்டம்		மறு திசையில் மின்னோட்டம்	
		விலகல்	அரை விலகல் உண்டாக்க R-ல் ஏற்படுத்திய தடை (G)	விலகல்	அரை விலகல் உண்டாக்க R-ல் தடை (G)

சராசரி = G = ஓம்கள்

P ஓம்கள்	Q (ஓம்கள்)	R (ஓம்கள்)	விலகல்			தகுதியொப்பெண் $= \frac{EQ}{(P+Q)} \cdot \frac{1}{R+G} \cdot \frac{1}{d}$
			மின்னோட்டம் ஒரு திசையில்	மின்னோட்டம் மறு திசையில்	சராசரி விலகல் d	
1	9999					
2	9998					
3	9997					
4	9996					
5	9995					
					சராசரி =	அம்பியர்/பகுதி

36. ஜூலின் கலோரிமானி-J

நோக்கம்

ஜூலின் கலோரிமானியைப் பயன்படுத்தி மின்னோட்ட முறையில் வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று J-யைத் தீர்மானித்தல்.

கருவிகள்

ஜூலின் கலோரிமானி, மின்கல அடுக்கு, மின்தடைமாற்றி, அம்பியர்மானி, வோல்ட்மானி, மூளைச்சாவி, நுண்ணுணர் வெப்பநிலைமானி முதலியன.

விளக்கம்

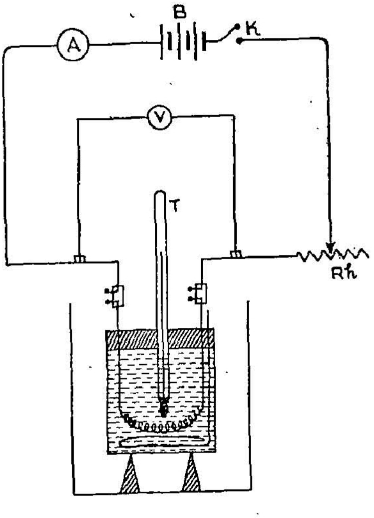
ஜூலின் கலோரிமானி வெப்பங் கடத்தாப் பொருளாலான மூடியால் மூடப்பட்ட ஒரு பெரிய தாமிரக் கலன் ஆகும். மூடியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள இணைப்புத் திருகுகளுடன் வெப்பச் சுருள் (heater coil) ஒன்று இணைக்கப்பட்டுள்ளது. இச்சுருள் ஜூலின் சுருள் என்றும் சொல்லப்படும். மூடியிலுள்ள துளையின் வழியாக ஒரு நுண்ணுணர் வெப்பநிலைமானி செருகப்பட்டுள்ளது. ஒரு கலக்கியும் மற்றொரு சிறு துளைவழியாக வைக்கப்பட்டுள்ளது. இந்தக் கலவைமானி வெப்பங்கடத்தாப் பொருள்களால் நிரப்பிய மரப்பெட்டியில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. வெப்பவீச்சால் வெப்பம் சிதறாமல் காக்கக் கலோரிமானியின் வெளிப்பரப்புப் பளபளப்பாக இருக்கின்றது.

செய்முறை

இரண்டு அல்லது மூன்று மின் சேமக்கலன்களைத் தொடரிணைப்பில் இணைத்து மின்கல அடுக்கினை உண்டாக்க வேண்டும். பின் மின் கல அடுக்கினை ஜூலின் கலவைமானி மின்தடை மாற்றி, அம்பியர்மானி, மூளைச்சாவி ஆகியவற்றுடன் தொடரிணைப்பில்

இணைக்கவேண்டும். ஜூலின் சுருளின் குறுக்காக (accross) ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டை அளக்க ஒரு வோல்ட்மானியைச் சுருளுக்கு இணையாக இணைக்கவேண்டும்.

இவ்வாறு சுற்றுகளை ஏற்படுத்திய பின்னர்க் கலோரிமானியைக் கலக்கியுடன் எடை காணவேண்டும். அதன் எடையை m கிராம் எனக்கொள்வோம். பின்னர், கலோரிமானியில் ஜூலின் சுருள் நன்றாக மூழ்கி இருக்கும் அளவுக்கு நீரை எடுத்துக்கொண்டு மீண்டும் எடை காணவேண்டும். இந்த எடையை m_2 கிராம் எனக்கொள்வோம். கலோரிமானியை மீண்டும் அதற்கான பெட்டியில் வைத்து, வெப்பச் சுருள் அதிலுள்ள நீரில் நன்றாக மூழ்கி இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும்.



படம் - 60

இப்பொழுது சுற்றைப் பூர்த்தியாக்கிச் சுருளின் வழியாக மின்னோட்டம் சிறிதுநேரம் ஏற்படும்படி செய்யவேண்டும். மின்தடை மாற்றியைச் சரி செய்து மின்னோட்டம் தேவையான அளவு (குறைந்தது 1 ஆம்பியர்) இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு மின்னோட்டத்தைச் சரிசெய்த பின்னர்ச் சுற்றைத் திறந்து விடவேண்டும். கலக்கியால் நீரை நன்றாகக் கலக்கிவிட்டு, அதனுடைய துவக்க வெப்பநிலை $\theta_1 c$-யைக்கண்டு குறித்துக்கொள்ள வேண்டும்.

பின்னர், சுற்றைப் பூர்த்தியாக்கி மாறுத மின்னோட்டம் சுருளில் பாயும்படி செய்யவேண்டும். மின்னோட்டம் ஆரம்பிக்கும் நேரத்திற்குச் சரியாக ஒரு நிறுத்து மணிப் பொறியை இயக்க வேண்டும். அம்பியர்மானி அளவும், வோல்ட் மானி அளவும் நிலையாக இருக்கின்றனவா என்று கவனித்துக் கொண்டே வெப்ப நிலை 6 முதல் 8°c வரை உயரும்படி மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்த வேண்டும். வெப்பநிலை தேவையான அளவு உயர்ந்தவுடன் சுற்றினைத் திறந்து மின்னோட்டத்தை நிறுத்தி, கலவைமானியில் உள்ள நீரை நன்ருகக் கலக்கி, அடையும் உயர்ந்த அளவு வெப்ப நிலை θ'_2°c யைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ளவேண்டும். சுற்றினைத் திறக்கும் பொழுது மணிப் பொறியில் ஆன காலத்தைக் கண்டு மின்னோட்டம் நிகழ்ந்த காலத்தை நொடிகளில் கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும்.

வெப்ப இழப்புக்காகத் திருத்தம் செய்யக் கலோரிமானியை, மின்னோட்டம் நிகழ்ந்த அதே காலத்திற்குக் குளிரவிட்டுக் குறையும் வெப்பநிலை அளவில் பாதியை உயர்ந்த அளவு வெப்பநிலை அளவு θ_2'°c-யுடன் கூட்டி, திருத்திய உயர்ந்த அளவு வெப்பநிலை θ_2°c-யைக் கணக்கிடவேண்டும்.

கொள்கை

I-ஆம்பியர் மின்னோட்டம் சுருளின் வழியாக 't' நொடிகளுக்கு ஓடும்பொழுது ஏற்படும் வெப்ப அளவு கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டில் கிடைக்கும்.

$$H = \frac{E\,I\,t}{J} \text{ கலோரிகள்.}$$

இதில் E என்பது சுருளின் முனைகளுக்கு இடையில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு; J-என்பது வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணை மாற்று.

கலக்கியுடன் கூடிய கலவைமானியின் சம நீர் எடை (water equivalent) W என்க. கலவைமானியில் எடுத்துக் கொண்ட நீரின் எடை (mass) m கிராம் என்க. வெப்பநிலை θ_1°c-யிலிருந்து θ_2°cக்கு உயர்ந்ததாகக் கொள்க. இப்பொழுது கலோரி மானியும் நீரும் அடைந்த வெப்ப ஏற்பு அளவு கீழ்க்கண்ட வாய்பாட்டில் கிடைக்கும்.

$$H = (W + m)\,(\theta_2 - \theta_1) \text{ கலோரிகள்.}$$

ஆகவே, வேறு வகையில் வெப்ப இழப்பு இல்லையெனில் உண்டாக்கப்பட்ட வெப்பம் முழுவதும் ஏற்றுக்கொள்ளப்பட்டதாகக் கொள்ளவேண்டும்.

எனவே, $\frac{E I t}{J} = (W + m)(\theta_2 - \theta_1)$

$$\therefore \quad J = \frac{E I t}{(W + m)(\theta_2 - \theta_1)} \text{ ஜூல்/கலோரி}$$

முடிவு

வெப்ப எந்திர ஆற்றல் இணைமாற்று = ஜூல்/கலோரி.

கணக்கீடு

கலவைமானி + கலக்கி	$= m_1$	= கிராம்
கலவைமானி + கலக்கி + நீர்	$= m_2$	= கிராம்கள்
நீரின் எடை	$= m_2 - m_1 = m$	= கிராம்கள்
துவக்க வெப்பநிலை	$= \theta_1$	$= {}^\circ c$
திருத்திய உயர்ந்த வெப்பநிலை	$= \theta_2$	$= {}^\circ c$
மின்னோட்டம் நிகழ்ந்த நேரம்	$= t$	= நொடிகள்
அம்பியர்மானியின் அளவு	$= I$	= ஆம்பியர்
வோல்ட்மானியின் அளவு	$= E$	= வோல்ட்டுகள்
கலவைமானியின் சுயவெப்ப எண்	$= s$	=

$$\therefore \quad J = \frac{E \times I \times t}{[m_1 \times s](m_2 - m_1)[\theta_2 - \theta_1]}$$

$=$ ஜூல்/கலோரி.

37. வெப்பமின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசை

(நேர் விலகல் முறை)

நோக்கம்

வெப்பமின் இரட்டையின் மின் இயக்கு விசையைக் கால்வனு மானியின் நேர் விலகல் முறையில் கண்டறிதல்.

கருவிகள்

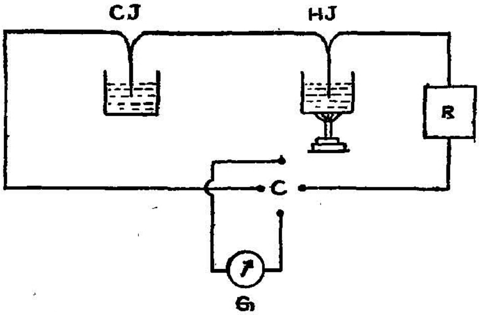
ஆடிக்கால்வனுமானி, செம்பு-இரும்பு அல்லது செம்பு-கான்ஸ்டன்டன் வெப்பமின் இரட்டை, 2 ஒல்ட் மின் சேமக்கலன், 1-5000 ஓம்கள் நெடுக்கம் உள்ள இரண்டு மின் தடைப் பெட்டிகள் (R_1 Q), 1-50 ஓம்கள் நெடுக்கம் உள்ள ஒரு மின் தடைப்பெட்டி. (P) முனைச்சாவி, திசை மாற்றி.

செய்முறை

வெப்பமின் இரட்டையின் இருமுனைகளை, 1-5000 ஓம்கள் மின்தடைப்பெட்டி (R), திசைமாற்றி (C) ஆகியவற்றின் மூலம் ஆடிக்கால்வனுமானியுடன் தொடர்புச் சுற்றில் இணைத்திடுக. சுற்றுப்படத்தைக் காண்க.

வெப்பமின் இரடையின் ஒரு சந்தி நீர் நிரம்பிய முகவையில் மூழ்கியுள்ளது. நீருக்கு மாறுகப் பனிக்கட்டிகளையும் பயன் படுத்தலாம். முகவையில் நீர் அல்லது பனிக்கட்டியின் வெப்பநிலை மாருமலிருக்கவேண்டும். இச்சந்தி குளிர் சந்தி எனப்படும். வெப்பமின் இரட்டையின் மறு சந்தியும் நீர் நிரம்பிய முகவையில் மூழ்கியுள்ளது. ஆனல், முகவையை வெப்பப் படுத்தவேண்டும். வெப்ப நீரில் மூழ்கியுள்ள வெப்பமின் இரட்டையின் இரண்டாவது சந்தி வெப்பச்சந்தி எனப்படும்.

வெப்பமின் இரட்டையை ஒரு தாங்கி மூலம் அமைக்கவேண்டும். வெப்பச்சந்தி மூழ்கியுள்ள முகவையைச் சூடேற்ற, கால்வனு மானியின் எதிரில் உள்ள அளவு கோலில் வட்ட பிம்பம் அல்லது ஒளிக்குறி சுழியத்திலிருந்து நகருவதைக்கவனி. மின்தடைப் பெட்டியில் மின்தடையை உயர்த்துவதன்மூலம், வட்டபிம்பம்



படம் - 61

R — மின் தடைப் பெட்டி
G — கால்வனுமானி
C — திசைமாற்றி
HJ — வெப்பச் சந்தி
CJ — குளிர் சந்தி

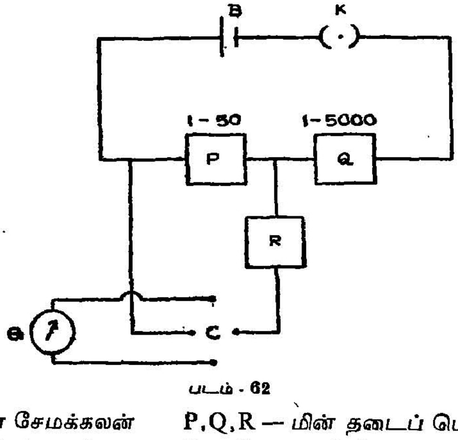
அளவுகோலிலிருந்து வெளியேகுதலைத் தடைப்படுத்த இயலும். நீரின் கொதிநிலையில் கால்வனுமானியின் நிலையான விலகலைக் காட்டும் வட்ட பிம்பம் அளவுகோலின் எல்லைக்குள் காணப்படு மாறு மின்தடையைச் சீரமைத்துக்கொள்க. மற்ற வெப்ப நிலைகளில் வட்ட பிம்பத்தின் விலகல் அளவுகோலுக்குள் காணப் படும். ஆய்வினைத் தொடர மேற்குறிப்பிடப்பட்டுள்ள ஆயத்தம் தேவை.

வெப்பப்படுத்தப்பட்ட நீரை நீக்கி, முகவையில் குளிர் நீரை நிரப்பி, வெப்பச் சந்தியை நீர் நிறைந்த முகவையில் மூழ்குமாறு அமைத்துக்கொள்க. மின்தடையை மாற்ற வேண்டாம்.

முகவையைச் சூடேற்று. வெப்பநிலை 40°c யை எய்தியவுடன் சுடுநீரைக் கலக்கி வெப்பத்தைத் தகுந்த முறையில் குறைத்தோ உயர்த்தியோ வெப்பநிலையை நிலைப்படுத்த வேண்டும். மாருத 40°c வெப்பநிலையில் அளவுகோலில் காணப்படும் வட்ட பிம்பத்தின் நிலையான விலகலைப் பதிவு செய்க. மின்னோட்டத்திசையை மாற்றி அதே வெப்பநிலையில் அளவு கோல் சுழியத்தின் மறுபுறத்தில் (இடம்/வலம்) நிலையான விலகலைக் குறித்துக் கொள்க.

இங்ஙனம் 50°c, 60°c, 70°c, 80°c, 90°c ஆகிய ஒவ்வொரு வெப்பநிலையிலும், நீரின் கொதி நிலையிலும் நிலையான விலகல்களை அளவுகோல் சுழியத்தின் இருபுறத்திலும் குறித்துக் கொள்க. முகவையில் கொதிநீர் குளிரும்போதும், 90°c, 80°c, 70°c, 60°c, 50°c, 40°c ஆகிய ஒவ்வொரு வெப்பநிலையிலும் நிலையான விலகல்களை இருபுறத்திலும் பதிவு செய்க. ஆகவே, ஒவ்வொரு வெப்ப நிலையிலும் நான்கு அளவீடுகளிலிருந்து சராசரி விலகலைக் கணக்கிடுக. காட்சிப் பதிவுகளை அட்டவணையில் முறைப்படி நிரப்புக.

வெப்பமின் இரட்டையின் இரு சந்திகளின் வெப்ப நிலை வேறுபாட்டால் ஏற்படும் மின் இயக்கு விசையைக் கணக்கிட வேண்டும். வெப்பமின் இயக்கு விசையால் கால்வனுமானியில் மின்னோட்டம் ஏற்பட, அளவு கோலில் வட்ட பிம்பம் விலகுகிறது. ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்ப நிலையில் கால்வனுமானியின் விலகல் d_1 எனக் கொள்க. நிலையான விலகல் ஏற்படக் கால்வனு மானியில் செயல்படும் வெப்பமின் இயக்கு விசையின் அளவு என்ன? அளவு கோலில் நிலையான விலகல் ஒரு பிரிவு ஏற்பட மின் இயக்கு விசை எவ்வளவு? கால்வனுமானியின் மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பத்தைக் கண்டறிய மற்றோர் ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும்.



படம் - 62

B — மின் சேமக்கலன் P, Q, R — மின் தடைப் பெட்டிகள்
K — முளைச் சாவி C — திசைமாற்றி
G — கால்வனுமானி

மின் சேமக்கலன், முளைச்சாவி, 1 — 5000 ஓம்கள் மின் தடைப் பெட்டி (*Q*), 1 — 50 ஓம்கள் மின் தடைப் பெட்டி (*P*) ஆகிய வற்றினைத் தொடரிணைப்பில் அமைத்துக் கொள்க. வெப்ப மின்

இரட்டையில் இணைப்புகளை நீக்கி வெப்பமின் இரட்டையை அகற்றுக. அவ்விணைப்புகளை மின்தடைப் பெட்டியின் (P) முனை களுடன் பொருத்துக. கால்வனுமானி, திசைமாற்றி, மின்தடைப் பெட்டி (R) ஆகியவை அடங்கிய சுற்றை, மின்தடைப் பெட்டியின் P) முனைகளுடன் இணைக்க வேண்டும். சுற்றுப்படத்தைக் காண்க.

P, Q இரு மின் தடைப் பெட்டிகள் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை ஏற்படுத்தும் அமைப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. மின் சேமக் கலத்தின் மின்னழுத்த விசையில் ஒரு பகுதியே கால்வனுமானியில் மின்னோட்டம் ஏற்படச் செயல்படுகிறது. எனவே, மின்தடைப் பெட்டியில் (P) ஓர் ஓமும், மின்தடைப் பெட்டியில் (Q) 9999 ஓம் களும் எடுத்துக் கொள்க. மின்தடைப்பெட்டியில் (P) எடுக்கப் படும் மின்தடை சிறியதாக, அளவு கோலில் காணப்படும் விலகலும் அதற்கேற்பச் சிறியதாக அமைய வேண்டும். மின் தடையை (P) உயர்த்தும் போது, மின்னழுத்தம் அதிகமாகும். அளவுகோலில் காணப்படும் விலகலும் அதிகமாகும். மின் தடையை மாற்றி நிலையான விலகலைக் காண இயலும். நிலையான விலகல் அளவுகோல் எல்லைக்கு அப்பால் செல்லாமல் மின் தடையைக் குறைக்கலாம். மின்தடைப் பெட்டிகளில் (P, Q) எடுக்கப்படும் மின்தடைகளின் அளவு ($P + Q$) மாறாமலிருக்க வேண்டும்.

முனைச்சாவியைச் செருகி, சுற்றில் இணைப்பு ஏற்பட அளவு கோலில் காணப்படும் விலகலைக் குறித்துக் கொள்க. மின் னோட்டத்தின் திசையை மாற்றி, விலகலை அளவுகோல் சுழியத்தின் மறுபுறத்தில் காண்க. சராசரி விலகலைக் கணக்கிடுக. மின்தடைப் பெட்டியில் (P) மின்தடையைஉயர்த்தி, ஒவ்வொரு மின்தடைக்கும் சராசரி விலகலைக் குறித்துக் கொள்க. மின்தடைப் பெட்டியில் (P) மின்தடை மாறும் போது, $P + Q$ மாறாமலிருக்க மின்தடைப் பெட்டியில் (Q) மின்தடையை மாற்றவேண்டும். காட்சிப் பதிவுகளை முறைப்படி அட்டவணையில் நிரப்புக. கால்வனு மானியின் மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பத்தைக் கணக்கிடலாம்.

'P' மின்தடைக்கிடையில் செயல்படும் மின்னழுத்தம் $= \dfrac{EP}{P+Q}$.

E-மின் சேமக்கலத்தின் மின் இயக்குவிசை. இம்மின்னழுத்தம் $\left(\dfrac{EP}{P+Q}\right)$ கால்வனுமானியில் செயல்பட்டு, மின்னோட்டம் ஏற்பட்டு அளவுகோலில் நிலையான விலகல் (d_2) காணப்படுகிறது.

மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பம் $= \frac{EP}{(P+Q)\,d_2} = V$ ஓல்ட்/பிரிவு.

வெப்பமின் இரட்டையில் வெப்பச் சந்தியின் ஒரு குறிப்பிட்ட வெப்பநிலையில் ($\theta°_2\ C$) காணப்படும் விலகல் $= d_1$ பிரிவுகள்.

$$\text{வெப்ப மின் இயக்குவிசை} = \frac{EP}{(P+Q)} \cdot \frac{d_1}{d_2} = V\,d_1.$$

மின்தடைப் பெட்டியில் (P) எடுக்கப்படும் மின்தடைக்கேற்ப, கால்வனுமானியின் மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பத்தைக் கணக்கிட வேண்டும். மின்தடை, கால்வனுமானியில் செயல்படும் மின்னழுத்தம், நிலையான விலகல்கள், மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பம், ஆகியவற்றின் அளவீடுகளை முறைப்படி அட்டவணையில் நிரப்புக.

சராசரி மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பம் 'V' எனக் கொள்க. வெப்பமின் இரட்டையின் வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலை (Q_2), சராசரி விலகல் (d_1), வெப்பமின் இயக்கு விசை (vd_1) ஆகியவற்றின் அளவீடுகளை முறைப்படி அட்டவணையில் நிரப்புக.

வெப்ப மின் இயக்கு விசை $= v\,d_1$

வெப்ப நிலை வேறுபாடு $= Q_2 - Q_1$

குளிர் வெப்பச் சந்திகளின் வெப்பநிலை வேறுபாடு $1°C$ க்குரிய வெப்பமின் இயக்கு விசை.

$$= \frac{Vd_1}{\theta_2 - \theta_1} \text{ ஓல்ட்}$$

காட்சிப் பதிவுகள்

குளிர் சந்தியின் வெப்ப நிலை $= Q_1°C$.

மின்தடைப் பெட்டியில் எடுக்கப்படும்

மின்தடை (R) = ஓம்கள்.

அட்டவணை (a)

வெப்பச் சந்தியின் வெப்பநிலை °C	நிலையான விலகல்கள்				சராசரி விலகல் d_1
	வெப்பநிலை				
	ஏற்றம்		இறக்கம்		
	இடம்	வலம்	இடம்	வலம்	
40°c					
50°c					
60°c					
70°c					
80°c					
90°c					
கொதிநிலை					

மின் சேமக்கலத்தின் மின் இயக்குவிசை E = ஓல்ட்

மின்னழுத்த உணர்வு நுட்பம் $V = \frac{EP}{P+Q} \cdot \frac{1}{d_2}$.

அட்டவணை (*b*)

மின் தடைகள்			$\frac{EP}{P+Q}$	நிலையான விலகல்கள்			V
P-ஓம்	Q-ஓம்	$P+Q$ ஓம்		இடம்	வலம்	சராசரி d_2	
						சராசரி	

காால்வனுமானியின் சராசரி மின்னழுத்த
உணர்வு நுட்பம் (V) = ஓல்ட்.
குளிர் சந்தியின் வெப்பநிலை $_1$ =

(a) அட்டவணை (c) (b)

வெப்பநிலை		சராசரி விலகல் d_1	வெப்ப மின் இயக்கு விசை vd_1	$\frac{vd_1}{\theta_2 - \theta_1}$
வெப்பச் சந்தி $\theta_2°c$	வேறுபாடு $\theta_2 - \theta_1$			
40° C				
50° C				
60° C				
70° C				
80° C				
90° C				
கொதிநிலை				
			சராசரி	

குளிர் வெப்பச் சந்திகளின் வெப்பநிலை வேறுபாடு
1°c க்குரிய வெப்பமின் இயக்கு விசை, =

38. தாமிர மின்பகுப்புக் கலன்

(டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியின் சுருக்க எண்)

நோக்கம்

தாமிர மின்பகுப்புக் கலனைப் பயன்படுத்தி டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியின் சுருக்க எண்ணைக் கண்டறிதல்

கருவிகள்

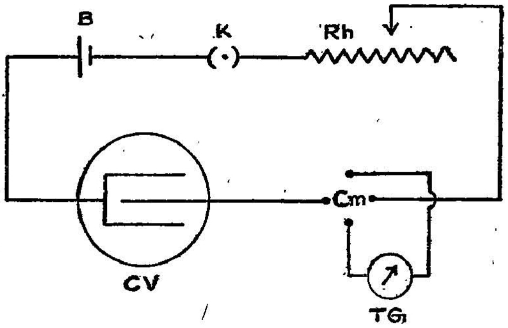
தாமிர மின்பகுப்புக்கலன், 6 வோல்ட் சேமமின்கல அடுக்கு, மின் தடைமாற்றி, முளைச்சாவி, டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானி, திசை மாற்றி, நிறுத்து மணிப்பொறி.

செய்முறை

சேமமின்கல அடுக்கு, முளைச்சாவி, மின்தடைமாற்றி, தாமிர மின்பகுப்புக்கலன், திசை மாற்றியின் ஓர் இரட்டை எதிர் முனைகள் ஆகியவற்றினைத் தொடரிணைப்பில் பொருத்துக. நடுத்தாமிரத் தகட்டை, திசை மாற்றி, மின்தடைமாற்றி, முளைச்சாவி ஆகிய வற்றின் மூலம் சேமமின்கல அடுக்கின் எதிர்மின் முனையுடனும், மற்ற இருபுறத் தாமிரத்தகடுகளை நேர் மின் முனையுடனும் நேராக இணைத்தல் இன்றியமையாததாகும். திசைமாற்றியின் மற்ற இரட்டை எதிர் முனைகளை டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியின் சுருளுடன் இணைக்க வேண்டும் சுற்றுப்படத்தைக்காண்க. இணைப்பு களைச் சுற்றுப்படத்திற்கேற்ப முறைப்படி ஏற்படுத்த வேண்டும்.

கால்வனுமானியை மின்தடை மாற்றிக்கு அருகில் அமைக்கக் கூடாது. தாமிரத்தகடு எதிர்மின்வாய் எனப்படும். எதிர்மின் வாய்த்தகட்டைக் கலத்திலிருந்து வெளியே எடுத்து, கழுவி, உலர்த்தி, உப்புத்தாளால் தேய்த்துப் பளபளப்பாக்குக. மீண்டும் கழுவி மின்பகுப்புக்கலத்தில் பொருத்துக.

டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானிக்கு அருகில் காணப்படும் காந்தப் பொருள்களை அப்புறப்படுத்துக.



படம் - 63

B — சேமி மின்கல அடுக்கு

CV — தாமிர மின்பகுப்புக்கலன்

Cm — திசைமாற்றி

TG – டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானி

Rh – மின்தடை மாற்றி

K—முளைச்சாவி

ஆய்வினைத் துவங்குமுன் கால்வனுமானியை ஒழுங்கு படுத்த வேண்டும். (1) காந்தப் பெட்டியில் காந்தமுள் கிடைமட்டத்தில் தடையின்றி இயங்க, கால்வனுமானி பீடத்தைச் சரிமட்டத் திருகாணிகள் மூலம், இரசமட்டத்தைப் பயன்படுத்திச் சரிமட்டமாக்க வேண்டும். (2) டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியின் சுருள்தளம் காந்தத் துருவத்தளத்தில் அமைய வேண்டும். காந்தப் பெட்டியில் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஓர் ஆடியில், சுருளின் பிம்பத்தைச் செங்குத்தாக நோக்கின் காணலாம். கால்வனுமானிச் சுருளைச் சுழற்றிச் சுருளின் பிம்பத்தைக் காந்த முள்ளுக்கு இணையாக்குக. (3) இறுதியாகக் காந்தப் பெட்டியில் அலுமினியக் குறிகாட்டி, வட்ட அளவு கோலின் சுழியங்களுக்கு (0—0) நேராக அமைய, காந்தப் பெட்டியை மட்டும், தனியாகச் சுழற்றி ஒழுங்கு படுத்துக. முதல் இரு ஒழுங்குகளை மாருமல் கவனிக்க.

மின் சுற்றில் முளைச்சாவி மூலம் தொடர்பை ஏற்படுத்துக. மின்தடை மாற்றியை இயக்கி, காந்தப் பெட்டியில் விலகல் கோணம் 45° எனக் காணப்பட வேண்டும். இவ்விலகலுக்குக் கால்வனுமானி நுட்பமாகச் செயல்படும். டேன் 45° $=1$, எனவே, கணக்கீடும் எளிதாகும்.

மின்சுற்றில் தொடர்பை முரித்து, எதிர்மின் வாயான தாமிரத் தகட்டை வெளியே எடுத்து, கழுவி, வெதுவெதுப்பான காற்றோட்டத்தில் உலர்த்தித் தாமிரத் தகட்டின் நிறையை மில்லி கிராமுக்குத் துல்லியமாகக் கணக்கிடுக.

தாமிரத் தகட்டை மீண்டும் மின்பகுப்புக் கலனில் பொருத்துக. டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியின் ஒழுங்குகள் சரியாக உள்ளன வாகக் கவனிக்கவேண்டும். ஏதேனும் மாற்றம் காணப்பட்டால், மீண்டும் ஒழுங்கு செய்க.

மின்சுற்றில் முளைச்சாவி மூலம் தொடர்பு அல்லது இணைப்பை ஏற்படுத்தியவுடன் நிறுத்துமணிப் பொறியையும் இயக்குக. காந்தப் பெட்டியில் 45° விலகல் கோணத்தில் மாற்றம் காணப் பட்டால், உடனே மின்தடை மாற்றியை ஒழுங்குபடுத்துக. ஒவ்வொரு ஐந்து நிமிடங்களுக்கு ஒரு முறை காந்தமானியில் காணப்படும் விலகல்களை (அ—து) அலுமினியக் காட்டியின் இரு முனைகள் காட்டும் அளவீடுகளை இடமாறு தோற்றப் பிழையின்றிக் குறித்து, திசை மாற்றியைத் திருப்பிக் கால்வனுமானிச் சுருளில் மின்னோட்டத் திசையை மாற்றுக. துல்லியமாக இருபது நிமிடங்கள் சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்ந்தவுடன், காந்தப் பெட்டியில் விலகல் களையும் மின்னோட்டக்கால அளவையும் குறித்தபின் சுற்றில் தொடர்பை முரித்துவிடுக.

எதிர் மின் வாய் தாமிரத் தகட்டை வெளியே எடுத்து, மென்மையான நீரோட்டத்தில் கழுவி, வெது வெதுப்பான காற்றோட்டத்தில் உலர்த்துக. தாமிரத் தகட்டின் நிறையை மில்லி கிராமுக்குத் துல்லியமாகக் கணக்கிடுக.

கொள்கை

டேன்ஜன்ட் கால்வனுமானியில் பயன்படுத்தப்பட்ட சுருளின் சுற்றுகள் — n. சுருளின் விட்டம் — $2r$. மின்னோட்டத்தால் (c) சுருளின் மையத்தில் செயல்படும் காந்தப் புலச்செறிவு

$$F = \frac{2\pi NC}{10\ r}$$

புவிக் காந்தப்புலக்கிடைச் செறிவும் (H) மின்னோட்ட காந்தப் புலச்செறிவும் (F) செங்குத்தாக உள்ளன. இருபுலங்களும், காந்த முள்ளில் செயல்படக் காந்தமுள் தொகு பயன் திசையில் விலகு கிறது. கால்வனுமானியில் சராசரி விலகல் $= \theta$.

(2) சுன்னவிலக்கு முறை =

முதல் காந்தத்தின் தொலைவு d_1 செ.மீ.	இரண்டாவது காந்தத்தின் தொலைவு.					$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2-l_1^2)}{(d_2^2-l_2^2)} \cdot \frac{d_2}{d_1}$.
	1	2	3	4	சராசரி d_2 செ.மீ.	

சராசரி $\frac{M_1}{M_2}$ =

39. விலகு காந்தமானி—டேன் B நிலை.

நோக்கம்

விலகு காந்த மானியை டேன்-B நிலையில் (tan-B position) வைத்து இரண்டு சட்ட காந்தங்களின் காந்தத் திருப்புத்திறன்களை ஒப்பிட்டுக் காணல்.

கருவிகள்

விலகு காந்தமானி, சட்டகாந்தங்கள் முதலியன.

செய்முறை

விலகு காந்த மானியை டேன்–B நிலையில் வைக்க கிழ்க்கண்ட வாறு சரிசெய்ய வேண்டும்.

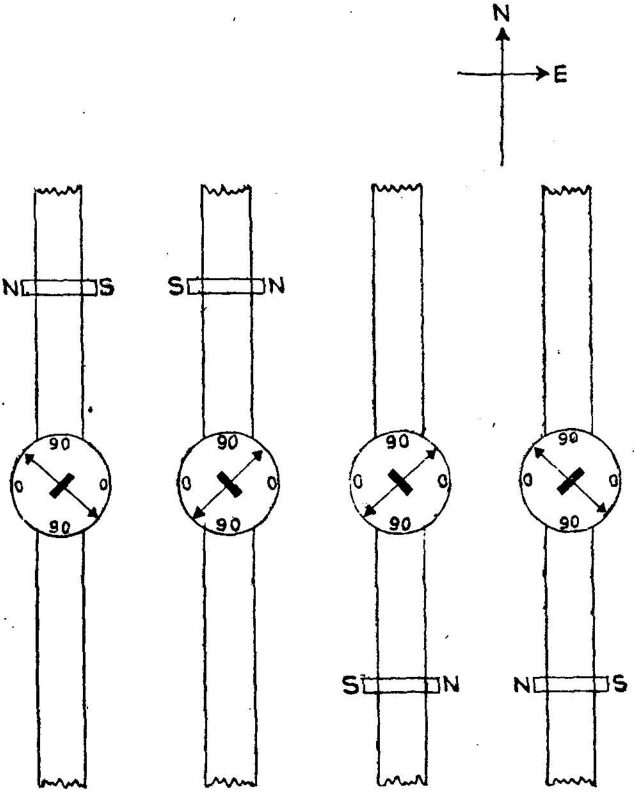
(அ) விலகு காந்த மானியைச் சமதளமான மேசை மீது வைத்து காந்தமானிபலகையின் அச்சும், காந்த முள்ளின் அச்சும் ஒன்றுக் கொன்று இணையாகவும், நிலகாந்த அச்சில் (magnetic meridian) இருக்கும்படியும், பலகையின் நிலையைச் சரிசெய்து வைக்க வேண்டும்.

(ஆ) பின்னர் இந்த அமைப்பைச் சிறிதும் மாற்றுது காந்தமுள் பெட்டியை மட்டும் சுழற்றி அலுமினியக் காட்டி *0—0* (சுன்னம். சுன்னம்) அளவினைக்காட்டும்படி செய்ய வேண்டும். இப்பொழுதும் காந்த முள்ளின் அச்சு, காந்தமானியின் புயங்களின் அச்சு இரண்டும் நில காந்த அச்சின் மேல் அமைந்திருக்கும்.

சமதொலைவு முறை

பின்னர் சட்ட காந்தங்களில் ஒன்றை அதன் மையம் காந்த ஊசியின் மையத்திலிருந்து *d* செ.மீ. தொலைவில் வடபக்கத்திலோ அல்லது தென்பக்கத்திலோ காந்தத்தின் நிலவரைக்கோடும் (Equatorial line) நிலகாந்த அச்சும் (Earth's magnetic meridian) ஒரே கோட்டில் அமைந்து, அக்கோடு காந்த ஊசியின் மையத்தின்

வழியாகச் செல்லுமாறு (அதாவது காந்தத்தின் அச்சும் நிலகாந்த அச்சும் ஒன்றுக் கொன்று செங்குத்தாக இருக்குமாறும் காந்தத்தின் மையப்புள்ளியில் வெட்டிக் கொள்ளுமாறும்) வைக்க வேண்டும் (படம் 66).



படம் . 66

இப்பொழுது காந்தத்தின் வடதுருவம் மேற்கு நோக்கியும், தென் துருவம் கிழக்கு நோக்கியும் இருக்கும். இப்பொழுது காந்தத்தினுல் காந்தமுள் மையத்தில் ஏற்படும் காந்த வலிமையால், காந்த முள் இயல்பான இடத்திலிருந்து நகரும். இப்பொழுது அலுமினிய காட்டி சுட்டும் அளவுகளைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும். பின்னர் காந்தத்தை அதே d. செ.மீ. தூரத்தில் வடதுருவம் கிழக்குப் பக்கமாகவும் தென் துருவம் மேற்குப் பக்கமாகவும் வைத்து, அலுமினிய காட்டி காட்டும் அளவுகளைக் குறிக்க வேண்டும்.

பின்னர் காந்தத்தைக் காந்தமானியின் எதிர்புயத்திற்கு மாற்றி அதே d செ. மீ. தொலைவில் வைத்து முன்புபோல் நான்கு அளவுகளை எடுக்க வேண்டும் எடுத்த எட்டு அளவுகளுக்கும் சராசரி (θ_1) யைக் காண வேண்டும்,

பின்னர் இரண்டாவது காந்தத்தை எடுத்துக் கொண்டு, முதல் காந்தத்தைப் போலவே d செ.மீ. தூரத்தில் வைத்து, முன்போல் எட்டு அளவுகளை எடுக்கவேண்டும். எடுத்த எட்டு அளவுகளுக்கும், சராசரி (θ_2) யைக் காணவேண்டும்.

காந்த விலகல் 30°-60° இருக்கும்படி வெவ்வேறு தூரங்களைத் தேர்ந்தெடுத்து ஒவ்வொரு தூரத்திலும் இரண்டு சட்ட காந்தங்களையும் தனித்தனியே பயன்படுத்தி, சராசரி விலகலைக் காண வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்.

கொள்கை

முதல் காந்தத்திற்கு காந்தத் திருப்புத் திறன் M_1 அலகுகள், நீளம் $2l_1$ செ.மீ. எனின்,

$$\frac{M_1}{(d^2+l_1^2)\,3/2} = \text{H-டேன் } \theta_1 \qquad (1)$$

இரண்டாவது காந்தத்திற்கு திருப்புத்திறன் M_2 அலகுகள் நீளம் $2l_2$ செ,மீ. எனின்,

$$\frac{M_2}{(d^2+l_2^2)\,3/2} = \text{H-டேன் } \theta_2 \qquad (2)$$

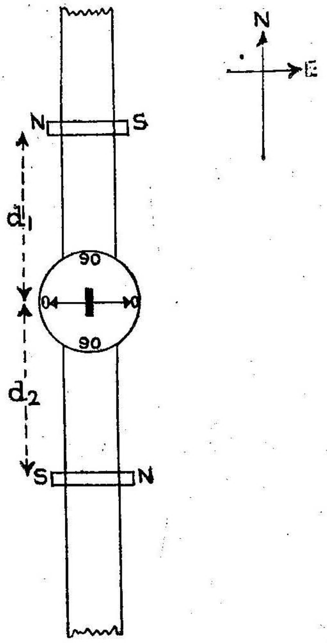
$$\text{எனவே} \quad \frac{M_1}{M_2} = \frac{(d^2+l_1^2)\,3/2}{(d^2+l_2^2)\,3/2} \cdot \frac{\text{டேன் } \theta_1}{\text{டேன் } \theta_2}.$$

எடுத்த அளவுகளைக் கொண்டு சராசரி $\frac{M_1}{M_2}$ மதிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும்

சமவிலக்கு அல்லது சுன்ன விலக்குமுறை

விலகு காந்தமானியை முன்புபோல் டேன்-B நிலையில் வைக்க வேண்டும். ஒரு சட்ட காந்தத்தை எடுத்துக் கொண்டு முன்பு விவரித்ததுபோல் அதன் நிலவரைக் கோடும், (Equational line) நில காந்த அச்சும் இணைந்து காந்த ஊசியின் மையத்தின் வழியாகச் செல்லுமாறு. ஊசி மையத்திலிருந்து d_1 செ. மீ. தூரத்தில்,

காந்தமானியின் ஒரு புயத்தில் வைக்க வேண்டும். இப்பொழுது காந்தத்தின் வடதுருவம் மேற்கு நோக்கியும் தென் துருவம் கிழக்கு நோக்கியும் இருக்குமாறு வைக்கவேண்டும்.



படம் - 67

இரண்டாவது சட்டகாந்தத்தை மேலே விவரித்தபடி காந்தமானியின் எதிர் புயத்தில் வைக்க வேண்டும். ஆனால் அதன் வடதுருவம் கிழக்கு நோக்கியும், தென்துருவம் மேற்கு நோக்கியும் இருக்கும்படி வைக்க வேண்டும் (படம் 67). பின்னர் முதல் காந்தத்தை நிலையாக d_1 செ. மீ. தூரத்தில் வைத்துக் கொண்டு, இரண்டாவது காந்தத்தை மட்டும் அதே அமைப்பில் நகர்த்தி, அலுமினிய காட்டி 0—0 அளவுகளைச் சுட்டுமாறு செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது d_2 யை அளக்க வேண்டும்.

பின்னர் காந்தங்களை அதே இடங்களில் அவற்றின் துருவங்கள் முன்பிருந்த திசைகளுக்கு எதிராக அமையுமாறு திருப்பவேண்டும். மீண்டும் இரண்டாவது காந்தத்தை மட்டும் நகர்த்தி அலுமினிய காட்டி 0—0 அளவுகளைச் சுட்டுமாறு செய்து, நீளத்தை அளக்கவேண்டும்.

பின்னர் காந்தங்கள் இரண்டையும் எதிர் எதிர் புயங்களில் மாற்றி வைத்து (முன்போல் முதல் காந்தத்தை d_1 செ.மீ. தூரத்தில் வைத்து) இரண்டாவது காந்தத்தை அலுமினிய காட்டி 0—0 அளவுகளைக் காட்டுமாறு செய்து அளவுகளை எடுக்க வேண்டும். இவ்வாறு எடுத்த நான்கு அளவுகளுக்குமான சராசரி தூரத்தைக் கணக்கிடவேண்டும்.

இவ்வாறு வெவ்வேறு தொலைவுகளில் முதல் காந்தத்தை வைத்துக் கொண்டு இரண்டாவது காந்தத் தொலைவுகளை மேற்கண்ட முறையில் கண்டு அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி காந்தத் திருப்புத்திறன்களின் விகிதத்தைக் காணவேண்டும்.

கொள்கை

காந்த ஊசியின் விலக்கம் சுன்னமாக இருக்கும்பொழுது ஊசியில் மையத்தில் காந்தங்களால் விளைந்த புயவலிமைகள் சமம். எனவே காந்தங்களின் நீளங்கள் $2l_1$, $2l_2$ செ.மீ. எனின்,

$$\frac{M_1}{(d_1^2+l_1^2)\,3/2} = \frac{M_2}{(d_2^2+l_2^2)\,3/2}.$$

$$\therefore \frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2+l_1^2)\,3/2}{(d_2^2+l_2^2)\,3/2}.$$

இந்தசமன்பாட்டைப்பயன்படுத்தி $\frac{M_1}{M_2}$-ன் மதிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவுகள்:

இரண்டு காந்தங்களின் காந்த திருப்புத் திறன்களின் விகிதம்

$$\frac{M_1}{M_2}$$

காட்சிப் பதிவுகள்

(I) சம தொலைவு முறை

தொலைவு d செ.மீ.	முதல் காந்தத்திற்கு விலகல்கள்.									இரண்டாவது காந்தத்திற்கு விலகல்கள்.									$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d^2-l_1^2)^2}{(d^2-l_2^2)^2} \cdot \frac{டேன் \theta^1}{டேன் \theta^2}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_1	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_2	

சராசரி $\frac{M_1}{M_2} =$

(2) சுன்ன விலக்கு முறை

முதல் காந்தத்தின் தொலைவு d_1 செ.மீ.	இரண்டாவது காந்தத்தின் தொலைவு.					$\frac{M_1}{M_2} = \frac{(d_1^2 + l_1^2)^{3/2}}{(d_2^2 + l_2^2)^{3/2}}$
	1	2	3	4	சராசரி d_2 செ.மீ.	

சராசரி $\frac{M_1}{M_2} =$

40. விலகு காந்தமானி—இருமடி எதிர் விதியை எண்பித்தல்.

நோக்கம்

விலக்கு காந்தமானியைப் பயன்படுத்தி இருமடி எதிர்விதியை எண்பித்தலும், தனித்துருவ வலிமை (pole strength)யைக் காணலும்.

இருமடி எதிர்விதி

இந்த விதிப்படி ஒன்றிலிருந்து ஒன்று d செ.மீ. தொலைவில் காற்றிலோ வெற்றிடத்திலோ உள்ள, முறையே m_1, m_2 வலிவுள்ள இரண்டு காந்த துருவங்களுக்கு இடையிலுள்ள விசை $F = \frac{m_1 m_2}{d^2}$ டைன்ஸ், ஆகும்.

கருவிகள்

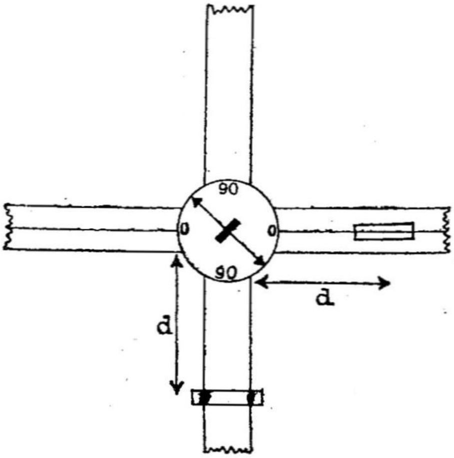
விலக்கு காந்தமானி, சிறிய சட்ட காந்தம் நீள்மான சட்ட காந்தம் அல்லது நீள்மான பந்து முனை சட்ட காந்தம் (ball ended bar magnet) முதலியன.

செய்முறை

(*i*) காஸ்முறை (Gauss method.)

இதில் சிறிய சட்ட காந்தம் பயன்படுத்தப்படுகின்றது. விலகு காந்தமானியை டேன்-A நிலையில் அமைக்க வேண்டும். சட்ட காந்தத்தைக் காந்த ஊசியின் மையத்திலிருந்து பொருத்தமான தொலைவில் (d), அதன் அச்சு ஊசியின் மையத்தின் வழியாகச் செல்லும் காந்தமானியின் புயங்களின் அச்சுடன் ஒரே நேர்கோட்

டில் இருக்கும்படி வைக்கவேண்டும். (படம் 68). டேன்-A நிலையில் எடுத்ததுப்போன்று குறிப்பிட்ட தூரம் (d)-க்கான எட்டு விலக்குகளைகண்டு, சராசரி விலக்கு θ_1-யைக் கணக்கிடவேண்டும்.



படம் - 68

பின்னர் விலக்கு காந்தமானியை டேன்-B நிலையில் அமைக்க வேண்டும். சட்ட காந்தத்தை அதன் நிலவரைக் கோடும் (Equatorial line) காந்த முள்ளின் மையம் வழியாகச் செல்லும் புயங்களின் அச்சும் ஒரே நேர்க் கோட்டில் அமையுமாறு அதே d செ.மீ. தூரத்தில் வைத்து படம் 68. முன்போலவே கிடைக்கும்.

எட்டு அளவுகளைக் கண்டு, சராசரி விலக்கு θ_2-யைக் கணக்கிட வேண்டும்.

ஆய்வினை வெவ்வேறு தொலைவுகளில் (d) சட்ட காந்தத்தை வைத்து மீண்டும் செய்ய வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

கொள்கை

சிறிய சட்ட காந்தத்தினுல் உண்டாகும் அச்சுப் புலத்தின் (axial field) விசை

$$F_A = \frac{2M}{d^3} = H \text{ டேன் } \theta_1$$

சிறிய சட்ட காந்தத்தினுல் உண்டாகும் நிலவரைக் கோட்டுப் புலத்தின் (Equatorial field) விசை

$$F_E = \frac{M}{d^3} = H \text{ டேன் } \theta_2$$

சமன்பாடுகளில் M-என்பது சிறிய சட்டக் காந்தத்தின் காந்த திருப்புத்திறன், d-என்பது காந்த ஊசி மையத்திலிருந்து காந்த மையத்துக்குள்ள தொலைவு. H-என்பது நிலகாந்த கிடைத்தள வலிமை (horizontal intensity of earth's magnetic field).
ஆகையால்

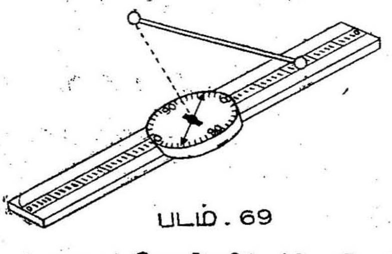
$$\frac{F_A}{F_E} = 2 = \frac{\text{டேன் } \theta_1}{\text{டேன் } \theta_2}.$$

நாம் எடுத்துக்கொண்ட அச்சுபுலம், நிலவரைக் கோட்டுப் புலம் ஆகியவற்றிற்கான வாய்ப்பாடுகள் இருமடி எதிர்விதியைக் கொண்டு பெறப்பட்டிருப்பதால், $\frac{\text{டேன் } \theta_1}{\text{டேன் } \theta_2} = 2$, என்று எண் பித்தல் இருமடி எதிர் விதியை எண்பித்ததாகும்.

(2) ஒற்றைத் துருவ முறை—பந்து முனை அல்லது நீளகாந்தம்

ஒற்றைத் துருவ முறையில் ஒரு பந்து முனை அல்லது நீள காந்தத்தைப் பயன்படுத்தி, இருமடி எதிர்விதியை எண்பித்த லுடன், அதன் ஒரு துருவத்தின் வலிமை (pole strength)யைக் கணக்கிடலாம்.

இதற்காக விலக்கு காந்தமானியை டேன்- நிலையில் (Tan-A position) அமைக்க வேண்டும். பந்து முனை காந்தத்தை (அல்லது நீள காந்தத்தை) (படம் 69) ஒரு முனை (N) காந்த ஊசியின் மட்



படம். 69

டத்தில் பொருத்தமான தொலைவில் (d) இருக்கும்படியும் மறு முனை காந்த ஊசியின் மையத்திற்குமேல் செங்குத்தாக இருக்கும் படியும் வைக்கவேண்டும். காந்த ஊசியின் மையத்திற்கு நேர்

குத்தாக மேலே இருக்கும் காந்த துருவத்தால் (S) ஏற்படும் புலம் செங்குத்து திசையிலேயே இருக்கிறது. எனவே கிடைக்கை நிலையில் வைக்கப்பட்டுள்ள காந்த ஊசி அடையும் விலக்கு முற்றிலும், அதன் மட்டத்திலேயே உள்ள துருவத்தால் (N) மட்டுமே ஏற்படுகின்றது. பின்னர் அலுமினியக் காட்டி சுட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும்.

பின்னர் முனைகளைத் திருப்பி துருவம் S-காந்த முள் மட்டத்திலும், துருவம் N முள்ளுக்குச் செங்குத்தாகவும் அதே தூரத்தில் துருவம் S-இருக்குமாறு அமைத்து விலக்குகளைக் கண்டு குறித்துக் கொள்ள வேண்டும்.

பின்னர் காந்தத்தை மறுபுயத்திற்கு மாற்றி, அதே தூரத்தில் வைத்து ஆய்வினைச்செய்து கிடைக்கும் நான்கு விலக்குகளின் அளவுகளையும் கண்டு குறித்துக்கொள்ளவேண்டும்.

வெவ்வேறு தொலைவுகளில் (dயின் மதிப்பை மாற்றி) காந்தத்தை வைத்து ஆய்வினைத் திரும்பத் திரும்பச் செய்து அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி, ஒவ்வொரு தொலைவிற்கும் கிடைக்கும் சராசரி விலக்கினைக் கணக்கிடவேண்டும், பின்னர் d_4 டேன் θ ஒரு மாறிலி எனக் காட்டவேண்டும். மாறிலியாக இருந்தால், இருமடி எதிர்விதியை மெய்ப்பித்ததாகும்.

கொள்கை

சராசரி விலக்கு θ எனில், ஏற்பட்ட புலம்

$$F = H.\ \text{டேன்}\ \theta.$$

ஆனால் இருமடி எதிர்விதிப்படி,

$$F = \frac{m}{d_2}$$

. இங்கு m-என்பது ஒரு துருவத்தின் புலவலிமை (pole strength), d-என்பது காந்தமுள் மையத்திலிருந்து காந்த துருவத்திற்கு உள்ள தூரம்.

$$\text{ஆகையால்}\quad \frac{m}{H} = d^2\ \text{டேன்}\ \theta.$$

இதில் m-ம், h-ம் மாறிலிகள். எனவே d^8 டேன் θ ஒரு மாறிலி என எண்பிப்பதே இருமடி எதிர்விதியை எண்பிப்பதாகும்.

துருவ வலிமை (pole strength).

$\frac{m}{H} = d^2$ டேன் θ என்பது நமக்குக் கிடைத்துள்ள சமன்பாடு. இதில் m-ஒரு துருவவலிமை, H-என்பது நிலைகாந்த கிடைத்தளவலிமை, இதில் H-ன் மதிப்பால் மாறிலியாக

காட்சிப் பதிவுகள்

(1) காஸ்முறை

தொலைவு d செ மீ.	டேன் A நிலையில் விலகல்கள்.									டேன் B நிலையில் விலகல்கள்.									$\frac{\text{டேன்}\,\theta_1}{\text{டேன்}\,\theta_2}$
	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_1	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ_2	

இறுதிக் கட்டத்தில் கிடைக்கும் $\frac{\text{டேன்}\,\theta_1}{\text{டேன்}\,\theta_2}$-ன் மதிப்பு மாறுமல் 2-ஆக உள்ளது. எனவே எதிர்விதி எண்பிக்கப்படுகின்றது.

(2) ஒற்றை துருவ முறை

தொலைவு d செ.மீ.	காந்த ஊசியின் விலகல்கள்.									d^2. டேன் θ
	1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி θ	

கடைசிக் கட்டத்தில் கிடைக்கும் மதிப்பு மாறுதிருப்பதால் இருமடி எதிர்விதி எண்பிக்கப்படுகின்றது.

கிடைக்கும் (d^2 டேன் θ)-வின் சராசரி மதிப்பால் பெருக்க துருவ வலிமை கிடைக்கும்.

அதாவது $m = h. d_4$ டேன் θ.

முடிவுகள்

(1) காஸ்முறைப்படி $\frac{\text{டேன் } \theta_1}{\text{டேன் } \theta_2} = 2$ என்று மெய்ப்பித்தும் ஒற்றைத் துருவ முறைப்படி, d^2 டேன் θ ஒரு மாறிலி என்றும் மெய்ப்பித்து, இருமடி எதிர்விதி எண்பிக்கப்பட்டது.

(2) நீள காந்தத்தின் துருவ வலிமை $= m =$

துருவ வலிமை கணக்கீடு

ஒற்றைத் துருவ முறையில் கிடைத்த மாறிலியின் சராசரி மதிப்பு } d^1 டேன் $\theta =$

நில காந்த கிடைத்தள வலிமை H $=$

∴ துருவ வலிமை $m =$ H. d^1 டேன் θ

$=$

41. M. H.—தீர்மானித்தல்

நோக்கம்

விலக்கு காந்த மானியையும், அலைவு காந்தமானியையும் (vibration magnetometer) பயன்படுத்தி ஒரு சட்டக் காந்தத்தின் திருப்புத்திறனையும் (M_1), ஓர் இடத்தில் நிலகாந்த புல கிடைத்தள வலிமையையும் (H) தீர்மானித்தல்.

கருவிகள்

விலக்கு காந்தமானி, அலைவு காந்தமானி (பெட்டி-அமைப்பு), நிறுத்துமணிப்பொறி சட்ட காந்தம் முதலியன.

செய்முறை

விலக்கு காந்த மானியைப் பயன்படுத்தி $\frac{M}{H}$ காணல்

விலக்கு காந்தமானியை டேன்-A நிலையில் அமைக்க வேண்டும் ஆய்விற்குரிய சட்டகாந்தத்தைக் காந்தமுள் பெட்டிக்குக் கிழக்கிலோ, மேற்கிலோ அதன்மையத்திலிருந்து ஒரு குறிப்பிட்ட தொலைவில் (d செ.மீ.) அதன் அச்சு கிழக்கு மேற்காக, அதனால் ஏற்படும் அச்சுப்புலம் காந்தமுள்ளின் மீது புவிகாந்த புலத்திற்குச் செங்குத்தாகச் செயல்படுமாறு வைக்க வேண்டும். டேன்-A நிலையில் விளக்கியுள்ளது போன்று, காந்தத்தின் நான்கு விதமான அமைப்புகளுக்குக் கிடைக்கும் எட்டு விலக்கு அளவுகளைக் கண்டு, சராசரியை (θ_1) கணக்கிட வேண்டும்.

சட்ட காந்தத்தினால், காந்த முள்ளின் மையத்தில் ஏற்படும் காந்த புலவிசை F-எனில்,

$$F = H \text{ டேன் } \theta_1$$

மேலும் சட்ட காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புத்திறன் M என்றும், காந்தத்தின் நீளம் 2*l*-என்றும் கொண்டால்

$$F = \frac{2\,md}{(d^2-l^2)^2}.$$

$$\text{எனவே } \frac{M}{H} = \frac{(d^2-l^2)^2}{2d} \times \text{டேன் } \theta_1.$$

வேறு இரண்டு தூரங்களில் காந்தத்தை வைத்து சராசரி விலக்கம் θ_1-யைக்கண்டு, பின் $\frac{M}{H}$ இன் மதிப்புகளைக் கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர் காந்தமானியை டேன்-B நிலையில் வைக்க வேண்டும். சட்ட காந்தத்தை அதன் அச்சு கிழக்கு மேற்காக இருக்கும்படி, காந்தமானியின் வடக்கு அல்லது தெற்குப் பக்கம் அதன் நில வரைப்புலம் (Equatorial field) காந்த முள்ளின் மீது நிலகாந்தப் புலத்திற்கு (Earth's magnetic field) செங்கோணத்தில் செயல்படுமாறு வைக்கவேண்டும். காந்தத்தின் நான்குவிதமான அமைப்புகளால் கிடைக்கும் எட்டு விலக்கங்களின் சராசரி மதிப்பை (θ_2) கணக்கிட வேண்டும்.

சட்ட காந்தத்தினுல் காந்த முள்ளின் மையத்தில் ஏற்படும் காந்தப் புலவிசை F- எனில்,

$$F = H \text{ டேன் } \theta_2.$$

மேலும் சட்ட காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புத்திறன் M என்றும், காந்தத்தின் நீளம் 2*l*-என்றும் கொண்டால்,

$$F = \frac{M}{(d^2 + l^2)3/2}$$

எனவே இரண்டு F ன் மதிப்புகளிலிருந்தும்,

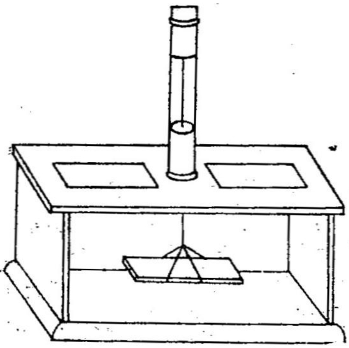
$$\frac{M}{H} = (d^2 + l^2)\,3/2.\ \text{டேன் } \theta_2.$$

ஆய்வரை இரண்டு வெவ்வேறு நீளங்களுக்குச் செய்து சராசரி $\frac{M}{H}$ ன் மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும்.

டேன்-A நிலை, டேன் B நிலை இரண்டிலும் கிடைத்த சராசரி $\frac{M}{H}$ அளவுகள் கிட்டதட்ட ஒன்றுகவே இருக்கும், அவ்வாறு

இல்லாவிடில் மீண்டும சாராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட்டு $\frac{M}{H}$ இன் இறுதி மதிப்பைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ள வேண்டும். இதனை x எனக் கொள்வோம்.

(2) அலைக் காந்தமானியைப் பயன்படுத்தி M × H காணல்.



படம்_70

அலைவு காந்தமானியின் அமைப்பு படம் 70-ல் காட்டப் பட்டுள்ளது. இது மரத்தாலான கனசெவ்வகப் பெட்டி. இதன் நடுவில் மேல் நோக்கி செங்குத் தாக ஒரு குழாய் உள்ளது. இக் குழாயின் உச்சியிலிருந்து ஒரு பித்தளை அங்கவடி (Stirrup) ஒரு முறுக்கில்லாத பட்டு நூலால் கட்டித் தொங்கவிடப்பட்டுள்ளது இந்த அங்கவடி சட்ட காந் தத்தை வைப்பதற்குப் பயன்படு கின்றது. செவ்வகப் பெட்டியின் பக்கங்கள் திறக்கக்கூடிய வகை கண்ணாடியால் மூடப்பட்டுள்ளது. மேலும் பெட்டியின் அடிப் பகுதியில் ஒரு சமதள ஆடி பொருத்தப்பட்டு, ஆடியின் நடுவில் ஆடியின் நீளத்திற்கு இணையாக ஒரு கோடு வரையப்பட்டுள்ளது. இந்தப் பெட்டியை நீளவாக்கில் நிலகாந்த அச்சிற்கு இணையாக வைத்தால், சட்ட காந்தம் அதன் அச்சு, நில காந்த அச்சுக்கு இணையாக இருக்கும் வண்ணம் நிலையாகின்றது. இதனைப் பெட்டி யின் மேல் உள்ள கண்ணாடி தகடுகள் மூலம் காணலாம்.

ஆய்விற்கான சட்ட காந்தத்தை அலைவு காத்தமானியின் அங்கவடியில் (Stirrup) வைத்துத் தொங்கவிடவேண்டும். பின்னர் இது மெதுவாக அலைவுகளை உண்டாக்கும் வண்ணம் செய்து, சராசரி அலைவு நேரத்தைத் தீர்மானிக்க வேண்டும்.

அடுத்து சட்ட காந்தத்தின் எடையைச் சென்டி கிராமுக்குத் திருத்தமாகக் காணவேண்டும். சட்ட காந்தத்தின் நீளத்தையும் அகலத்தையும் வெர்னியர் அளவுகோலால் அளந்தறியவேண்டும். எடை, நீள, அகலங்களிலிருந்து சட்ட காந்தத்தின் நிலைமத் திருப் புத்திறனை (moment of inertia)-க் கணக்கிடவேண்டும்.

இந்த அளவுகளிலிருந்கு [M-H]-ன் மதிப்பைக் காணலாம். இதனை Y-எனக் கொள்வோம்.

கொள்கை

காந்தத்தின் அலைவு நேரம் T நொடிகள், காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் I எனில்

$$T = 2\pi \frac{\sqrt{I}}{MH}.$$

இருமடிப்பிட்டு, திருத்தியமைத்தால்

$$MH = \frac{4\pi I}{T}.$$

இதில் T-கண்டு பிடிக்கப்பட்டுள்ள சராசரி அலைவு நேரம்.

I-யின் மதிப்பை சட்ட காந்தத்தின் எடை, நீளம், அகலம் ஆகியவைகளிலிருந்து,

$$I = \text{எடை} \times \left[\frac{(\text{நீளம்})^2 + (\text{அகலம்})^2}{12}\right]$$ என்ற சமன்பாட்டி

னால் பெறலாம்.

எனவே இரண்டின் மதிப்பையும் கொண்டு MH-யைக் கணக்கிடலாம். MH=Y எனக் கொள்வோம்.

M, H-தீர்மானித்தல்

விலக்கு காந்தமானி மூலம் $\frac{M}{H}$ -இன் சராசரி மதிப்பு x கிடைக்கும். அலைவு காந்தமானியின் மூலம் MH-இன் சராசரி மதிப்பு y கிடைக்கும்.

பின்னர்,

$$M = \sqrt{\frac{M}{H} \times MH} = \sqrt{x\,y}.$$

$$H = \sqrt{\frac{M\,H}{M/H}} = \sqrt{\frac{y}{x}}.$$

எனவே M, H இவைகளின் மதிப்பை x, y இரண்டின் மதிப்புகளிலிருந்தும் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவுகள்

சட்ட காந்தத்தின் காந்தத் திருப்புத் திறன் M = *c.g.s.* அலகுகள்
நிலகாந்த கிடைத்தள வலிமை H = ஓர்ஸ்டம்

காட்சிப்பதிவுகள்:

(1) $\frac{M}{H}$ காணல்.

காந்த மானி நிலை	வரிசை எண்	தொலைவு d	காந்தமானியில் விலகல்கள்									$\frac{M}{H}$
			1	2	3	4	5	6	7	8	சராசரி (0)	
டேன்-A	1											
	2											
	3											
டேன்-B	1											
	2											

சராசரி $\frac{M}{H} = x =$

(2) MH-காணல்

(i) அலைவு நேரம் (T)

அலைவுகளின் எண்ணிக்கை.	காலம்.	ஒரு அலைவுக்கான காலம் (T).
10		
20		
30		
40		

சராசரி T = நொடிகள்.

(ii) காந்தத்தின் எடை

பொருள் (இடது தட்டில்)	எடைகள் (வலது தட்டில்)	திரும்பு இடங்கள்		நிலை இடம்	சென்டி கிராமுக்கு திருத்தமாக எடை
		இடம்	வலம்		
—	—			(சுழியநிலை = இடம்)	
சட்ட காந்தம்	M கிராம்				
சட்ட காந்தம்	M + மி.கி.				

(iii) சட்ட காந்தத்தின் நீளம், அகலம்

வெர்னியர் கோலின் அதம அளவு = செ.மீ.

சுழிய பிழைத் திருத்தம் (c) = செ-மீ.

	எண்.	மூலக்கோல் அளவு (M) செ.மீ.	இணையும் வெர்னியர் அளவு V	புதிய அளவு = M + VC	திருத்திய அளவு.
நீளம்	1				
	2				
	3				சராசரி = செ.மீ.
அகலம்	1				
	2				
	3				

சராசரி = செ.மீ

கணக்கீடு

சராசரி அலைவு நேரம் T = நொடிகள்.

காந்தத்தின் நீளம் (L) = செ.மீ.

காந்தத்தின் அகலம் (B) = செ.மீ.

காந்தத்தின் எடை (M) = கிராம்கள்.

∴ காந்தத்தின் நிலைமத் திருப்புத்திறன் $I = M\left[\frac{L^2+B^2}{12}\right]$

=

∴ MH-இன் மதிப்பு = $\frac{4\pi^2 I}{T_2}$

$y =$

காந்தத்தின் காந்த திருப்புத்திறன் $M = \sqrt{xy}$

= $c.g.s.$ அலகுகள்.

நில காந்த புல கிடைத்தள வலிமை $H = \sqrt{y/x}$

= ஓர்ஸ்டட்.

42. டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மீட்டர்.

நோக்கம்

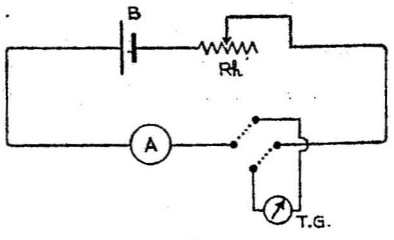
டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மானியை (Tangent galvanometer) பயன்படுத்தி ஒரு சுற்றில் (circuit) மின்னோட்டத்தை அளத்தலும், அதனால் ஒரு அம்பியர்மானி (ammeter) அளவு திருத்தம் செய்தலும்.

கருவிகள்

டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மானி திசைமாற்றி (commutator), அம்பியர்மானி மின்கல அடுக்கு (battery), மின்தடைமாற்றி (rheostat) முதலியன.

செய்முறை

ஒரு மின்கல அடுக்கை ஒரு திசை மாற்றி வழியாக, மின்தடை மாற்றி, அம்மீட்டர் டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மீட்டர் ஆகியவற்று டன் ஒரே தொடர்பு சுற்றில் (series circuit) இருக்குமாறு இணைக்க வேண்டும். அடுத்து டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனுமானி அதன் சுருள்



படம் - 71

(coil) காந்தத் துருவதளத்தில் (magnetic meridian) இருக்கும்படி சரிசெய்யவேண்டும். பின்னர் காந்த முள் பெட்டியைச் சுற்றி அதன் அலுமினிய காட்டி சுன்ன அளவுகளை (0—0)க் காட்டும்படி

செய்யவேண்டும். இப்பொழுது சுற்றினைத் தொடர்பாக்கி அம்பியர்மானி நாம் விரும்பும் [எடுத்துக்காட்டாக 0.5 ஆம்பியர் (ampere)] அளவு மின்னோட்டம் (current) கிடைக்கும் வகையில் மின் தடைமாற்றியை (rheostat)ச் சரிசெய்யவேண்டும். இதனால் காந்தமுள் சுழற்றப்படும். இப்பொழுது அலுமினியம் காட்டியின் முனைகள் காட்டும் அளவுகளை இடமாறு தோற்ற மின்றி அரைப்பாகைக்குத் திருத்தமாகக் காணவேண்டும். அடுத்து டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மீட்டர் கம்பிச் சுருளில் மின்னோட்டத்தை, திசை மாற்றியைத் திருப்பி, மாற்ற வேண்டும். இப்பொழுது காட்டியின் முனைகள் காட்டும் அளவுகளைக் குறித்துக் கொள்ளவேண்டும்

இவைகளிலிருந்து சராசரி விலகலை (deflection)க் கணக்கிட வேண்டும். அம்மீட்டரில் 1 ஆம்பியர், 1·5 ஆம்பியர் முதலிய அளவு மின்னோட்டங்கள் (currents) இருக்குமாறு மின் தடைமாற்றியைச் சரிசெய்து ஆய்வினைத் திரும்பச் செய்யவேண்டும். ஒவ்வொரு மின்னோட்ட அளவுக்கும் கிடைக்கும் விலகல்களை அட்டவணைப்படுத்தி, சராசரி விலகலைக் காணவேண்டும்.

பின்னர் டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மீட்டரின் சுருளில் நாம் உபயோகித்த சுருளின் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை (n)-யைக் காண வேண்டும். சுருளின் சராசரி ஆரத்தினை (r)த்தீர்மானிக்க வேண்டும். இந்த அளவுகளிலிருந்து ஒவ்வொரு விலகலுக்கும் தொடர்பான மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிட வேண்டும்.

கொள்கை

டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனு மீட்டரின் கம்பிச்சுருளில் I-ஆம்பியர் மின்னோட்டம் பாயும்போது, காந்த முள் பெட்டியின் மையத்தில் உண்டாக்கப்படும் காந்தப்புலத்தினால், காந்த முள் அடையும் விலகல் θ-எனில்,

$$I = \frac{10\, r\, H}{2 \pi n} \cdot \text{டேன் } \theta \text{ ஆம்பியர்கள்}$$

இதில் r-கம்பிச்சுருளின் ஆரம், n-கம்பிச் சுருளில் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை H-நிலகாந்த கிடைத்தள வலிமை H-ன் மதிப்பை 0·38 ஓர்ஸ்டட் எனக்கொண்டால் மின்னோட்டத்தைக் கணக்கிடலாம்.

முடிவு

டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனுமானியைப் பயன்படுத்தி மின்தடைமாற்றியின் பலநிலைகளுக்கான மின்னோட்டம் கணக்கிடப்பட்டது,

அந்தந்த நிலைகளில் அம்மீட்டர் காட்டிய அளவுகளைக் கண்டு, கணக்கிடப்பட்ட அளவுகளுடன் ஒப்பிட்டு அம்மீட்டர் அளவு திருத்தம் செய்யப்பட்டது.

காட்சிப்பதிவுகள்:

பயன்படுத்திய கம்பிச் சுருளின் சுற்றுக்களின் எண்ணிக்கை $(n) =$

சுருளின் சராசரி ஆரம் $(r) =$ செ.மீ.

புவிகாந்த கிடைத்தள புலவலிமை $(H) =$

அம்மீட்டர் அளவு	அலுமினிய காட்டி சுட்டும் அளவு					கணக்கிடப்பட்ட மின்னோட்டம் $I = \frac{10\, r H}{2 \pi n}$. டேன் θ.	திருத்தம்.
	ஒரு திசையில் மின்னோட்டம்		மறு திசையில் மின்னோட்டம்		சராசரி θ		
	1	2	1	2			

43, மின் இயக்கு விசைகளின் ஒப்பீடு

நோக்கம்

டேன்ஞ்சன்ட் கால்வனுமானியைப் பயன்படுத்தி இரண்டு மின் கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை கூடுதல், வேறுபாடு (sum and difference) முறையாலும் ஒப்பிடுதல்.

கருவிகள்

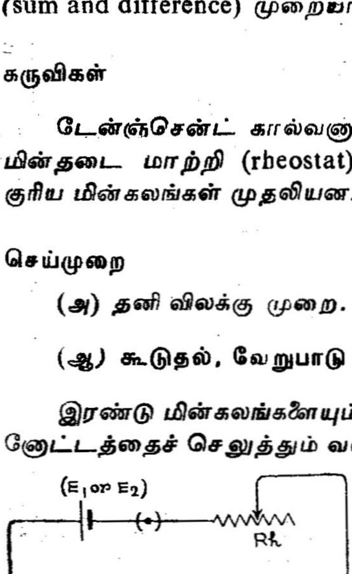
டேன்ஞ்சென்ட் கால்வனுமானி திசைமாற்றி (commutator), மின்தடை மாற்றி (rheostat), முளைச்சாவி (plug key), ஆய்விற்குரிய மின்கலங்கள் முதலியன.

செய்முறை

(அ) தனி விலக்கு முறை.

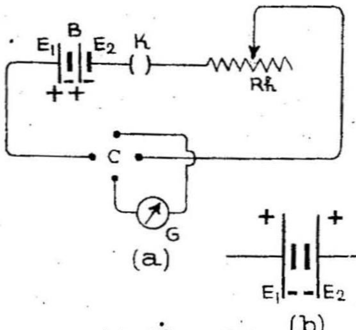
(ஆ) கூடுதல், வேறுபாடு முறை (sum and difference method)

இரண்டு மின்கலங்களையும், இரண்டும் ஒரே. திசையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும் வகையில், ஒரு மின்தடை மாற்றியுடனும், ஒரு கால்வனு மீட்டருடனும் திசைமாற்றி ஒன்றின் வழியாகத் தொடர் இணைப்பில் இணைக்க வேண்டும். (படம் 72) இதனால் சுற்றில் மின் இயக்கு விசை $(E_1 + E_2)$ ஆகும். இப்பொழுது. டேன்ஞ்சென்ட் கால்வனுமானி அதன் சுருளின் தளம் காந்த துருவதளத்தில் இருக்குமாறு சரிசெய்ய வேண்டும். சுற்றினைப் பூர்த்திசெய்து கால்வனுமானி விலகல் சுமார் 60° இருக்கும்படி மின்தடை



படம் - 72

மாற்றியைச் சரிசெய்ய வேண்டும். இப்பொழுது அலுமினியகாட்டி சுட்டும் இரு அளவுகளையும், மின்னோட்டத்தைத் திசை மாற்றிய பின்னர் சுட்டும் இரு அளவுகளையும் கண்டு குறித்து, சராசரி விலகல் θ_1-யைக் கணக்கிட வேண்டும்.



படம் - 73

பின்னர் மின்கலங்களில் ஒன்றைச் சுற்றிலிருந்து பிரித்து, மீண்டும் சுற்றில், அது எதிர் திசையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்தும்படி இணைக்க வேண்டும். (படம் 73). இதனால் சுற்றில் மின் இயக்கு விசை $(E_1—E_2)$ ஆகும். இப்படி மாற்றிமின் கலத்தை இணைப்பதால் சுற்றின் மற்றைய பகுதிகள் சிறிதும் மாற்றப் படவில்லை. எனவே சுற்றில் மொத்தத்தடை முன்பிருந்த அளவே இருக்கும். இப்பொழுது சுற்றினைப் பூர்த்தி செய்து முன்போல் கால்வனாமீட்டரில் உண்டாகும் நான்கு விலகல்களைக் கண்டு அவற்றின் சராசரி விலகலைக் (θ_2) கணக்கிட வேண்டும்.

மின் தடை மாற்றியைப் பல நிலைகளில் வைத்து, ஒவ்வொரு நிலையிலும் இரண்டு மின்கலங்களையும் ஒரே திசையில் மின்னோட்டத்தைச் செலுத்துமாறும், எதிர் எதிர் திசையில் செலுத்துமாறும் இணைத்து முன்போல் சராசரி விலகல்களைக் கணக்கிட வேண்டும். எடுத்த அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்.

கொள்கை

இரண்டு மின் கலங்களிலும் மின்னோட்டம் ஒரே திசையில் இருக்கும்பொழுது,

$$\text{மின்னோட்டம்} = \frac{E_1 + E_2}{R} = K \text{ டேன் } \theta_1$$

எதிர் எதிர் திசைகளில் மின்னோட்டம் இருக்கும்பொழுது,

$$\text{மின்னோட்டம்} = \frac{E_1 - E_2}{R} = K \text{ டேன் } \theta_2$$

∴ இரண்டு சமன்பாடுகளிலிருந்தும்,

$$\frac{E_1 + E_2}{E_1 - E_2} = \frac{\text{டேன் } \theta_1}{\text{டேன் } \theta_2}$$

எனவே $$\frac{E_1}{E_2} = \frac{\text{டேன் } \theta_1 + \text{டேன் } \theta_2}{\text{டேன் } \theta_1 - \text{டேன் } \theta_2}$$ ஆகும்.

எடுத்த அளவுகளைக்கொண்டு இந்த சமன்பாட்டை நிரப்பி $\frac{E_1}{E_2}$ -வின் மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டு சராசரி மதிப்பைக் காண வேண்டும்.

முடிவுகள்

இரண்டு மின்கலன்களின் மின்இயக்கு விசைகளின் விகிதம் கூடுதல், வேறுபாடு முறையில் =

கூடுதல் வேறுபாடு முறை

எண்.	கால்வனு மீட்டரில் விலகல்கள். தொடரிணைப்பில் மின் கலங்கள்.					எதிர் எதிர் திசையில் மின் கலங்கள்.					$\frac{E_1}{E_2} = \frac{டேன்\theta_1 + டேன்\theta_2}{டேன்\theta_1 - டேன்\theta_2}$
	1	2	3	4	சராசரி.	1	2	3	4	சராசரி	

சராசரி

44. மீட்டர் சமணச் சுற்று

நோக்கம்

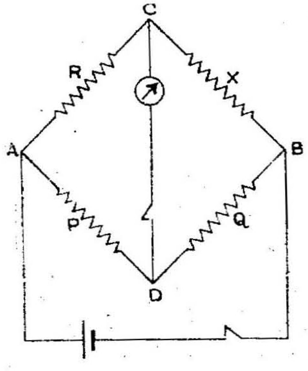
மீட்டர் சமணச் சுற்றை (metre bridge) பயன்படுத்தி ஒரு கம்பிச் சுருளின் மின் தடையையும், அதன் தன்தடை எண்ணையும் (specific resistance) தீர்மானித்தல்.

கருவிகள்

மீட்டர் சமணச் சுற்று, தடைப் பெட்டி (resistance box), லெக்லாஞ்சி மின்கலம், தட்டுச் சாவி (tap-key), நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர் (sensitive galvano meter) உயர்தடை, (high resistance), திருகு அளவி முதலியன.

விளக்கம்

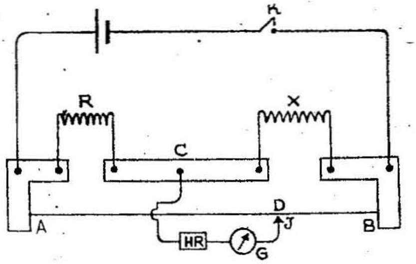
மீட்டர் சமணச் சுற்று, ஒரு மரப் பலகையின்மீது இழுத்துக் கட்டப்பட்ட சீரான தடையுள்ள, ஒரு மீட்டர் (பெரும்பாலும்) நீளமுள்ள கம்பியாலானது. கம்பிகளின் முனைகள், பலகையின் தளத்தின் மீதும் பொருத்தப்பட்டுள்ள மிகக் குறைந்த தடையுள்ள இரண்டு L வடிவத் தாமிரத் துண்டுகளுடன் உருக்கி இணைக்கப்பட்டுள்ளன. இந்த இரண்டு துண்டுகளுக்கும் இடையில் ஒவ்வொரு துண்டுக்கும் இடையில் இடைவெளி இருக்குமாறு ஒரு நேரானத் தாமிரத் துண்டு பலகையின் நடுவில் அமையும் படி பொருத்தப்பட்டுள்ளது. இந்த தாமிரத் துண்டுகளில் இணைப்புத்திருகுகள் (binding screws) பொருத்தப் பட்டுள்ளன. நீண்ட கம்பியின் மீது நகரும் வண்ணம் ஒரு தொடர்பாக்கி (Jockey) உள்ளது. இதனைக் கொண்டு கம்பியின் எந்தப் புள்ளியுடனும் தொடர்பு கொள்ள இயலும்.



படம் - 74

செய்முறை

மீட்டர் சமனச் சுற்றின் இடது பக்க இடைவெளியுடன் தடைப் பெட்டி R-யை இணைக்க வேண்டும். தரப்பட்டுள்ள தடைகாண வேண்டிய கம்பிச் சுருள் X-யை வலது பக்க இடைவெளியுடன் இணைக்க வேண்டும். அடுத்து லெக்லாஞ்சியின் கலத்தையும், தட்டுச் சாவியையும் மீட்டர் கம்பியின் இரு முனை



படம் - 75

களுக்கு அருகில் உள்ள இணைப்புத் திருகுகளில் தொடர்பு சுற்றில் இணைக்க வேண்டும். பின்னர் நீளத் தாமிரத் துண்டின் மையத்திலுள்ள இணைப்புத் திருகிலிருந்து (c) உயர்தடை, நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர் வழியாக ஒரு தொடர் பாக்கியைப் (Jockey) இணைக்க வேண்டும். (படம் 75).

இப்பொழுது தொடர் பாக்கியின் முனையால் கம்பியில் D என்ற புள்ளியுடன் தொடர்பு உண்டாக்கினுல் இந்த அமைப்பு வீடிஸ்டோனின் (Wheat stone's) வலை அமைப்பை (net work) ஒத்ததாகும். இங்கு AD ஒரு தடையாகவும் (P), DB மற்றொரு தடையாகவும் (Q), R, X இரண்டும் மற்ற இரு தடைகளாகவும் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. இதனை படம் 75-இல் காட்டியுள்ளவாறு வீட்ஸ்டோனின் வலை அமைப்பில் கொண்டு A, B, C, D ஆகிய நான்கு புள்ளிகளையும் காணலாம்.

ஆய்வினைத் துவங்குமுன் தொடர்புகள் சரியாக உள்ளனவா என்று பார்க்கவேண்டும். இதற்காக ஒரு தடையை (எடுத்துக் காட்டாக 5 ஓம்ஸ்) தடைப் பெட்டியில் உண்டாக்கி, சுற்றினைப் பூர்த்தியாக்க வேண்டும். பின்னர் தொடர்பாக்கியை Jockey) முதலில் கம்பியின் ஒரு முனைக்கு (A) அருகிலும், பின்னர் மறுமுனை (B)-க்கு அருகிலும் அழுத்தித் தொடர்பினை உண்டாக்கி, கால்வனு மீட்டரில் எதிர் எதிர் திசைகளில் காட்டி விலகுகிறதா என்று

பார்க்கவேண்டும். இப்படி இரு பக்கங்களிலும் காட்டி விலகல் அடைந்தால் சுற்று முற்றுப் பெற்ற சுற்று ஆகும்.

பின்னர் மீட்டர் சமணச் சுற்றில் சரியீட்டுத்தானம் (balancing point) கம்பியின் நடுவில் (சற்றேறக்குறைய) கிடைக்கவேண்டுமாயின் தடைப் பெட்டியில் உண்டாக்கும் தடை R, தடை காண வேண்டிய கம்பிச் சுருளின் தடை (x)-க்கு கிட்டதட்ட சமமாக இருக்கவேண்டும். எனவே தொடர்பாக்கியை (Jockey) கம்பியின் நடுப் புள்ளியில் அழுத்திக்கொண்டு தடைப்பெட்டியில் தடையை அதிகரித்துக்கொண்டே செல்ல வேண்டும். ஒரு நிலையில் 1 ஓம் (1 ohm) வேறுபாடுள்ள இரண்டு தடைகளுக்குக் காட்டி (pointer) எதிர் எதிர் திசைகளில் விலகும். எடுத்துக்காட்டாக எதிர் எதிர் திசைகளில் விலக்கம் முறையே R, 4 ஓமாகவும், 5 ஓமாகவும் இருக்கும்பொழுது ஏற்பட்டதாகக் கொள்க. எனவே x-ன் மின் தடை, 4 ஓமிற்கும், 5 ஓமிற்கும் இடையில் இருக்கும். இப்பொழுது R-யை 4 ஓமாக்கி, தொடர்பாக்கியை நகர்த்தி சரியீட்டுத் தானத்தைக் கண்டறிய வேண்டும். நீளங்கள் AD $(=l_1)$ யையும், $[BD=l_2=)100-l_1)$, யையும் கண்டறியவேண்டும். இவைகளிலிருந்து தெரியாத தடை x-ன் மதிப்பைக் கணக்கிடலாம்.

பின்னர் தடைப் பெட்டியில் தடை (R)-யை மாற்றி, வேறு இரண்டு தடைகளுக்கு, சரியீட்டுத் தானம் கம்பியின் நீளத்தில் 40—60 செ.மீ. அளவுக்களுக்கிடையில் கிடைக்குமாறு செய்து l_1, l_2 அளவுகளைக் கண்டறிய வேண்டும.

தடைப் பெட்டியையும் கம்பிச் சுருளையும் இடைவெளிகளில் இடமாற்றி இணைத்தும், முன்பு தடைப் பெட்டியில் இருந்த அதே தடைகளுக்கு ஆய்வினைச் செய்து, ஒவ்வொரு தடைக்கும் சரியீட்டுத் தானத்திற்கு இருபுறங்களிலும் உள்ள நீளங்களைக் கண்டறிய வேண்டும். தடைப் பெட்டியும், கம்பிச் சுருளும் இடம் மாறியதால் அவை சரியீடு செய்யும் நீளங்களும் இடம் மாறி விடும். எனவே AD $(=l_1)$ DB $(=l_2)$ ஆகக் கொண்டு அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். ஆனல் இங்கு $l_1=(100-l_2)$ ஆக ஆகிவிடும்.

எனவே முதல் எடுத்த அளவுகளுக்குத் தனியாகவும் இடமாற்றி இணைத்தபின் எடுத்து அளவுகளுக்குத் தனியாகவும் தெரியாத தடை x-இன் மதிப்பைக் கணக்கிட வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும்.

x-இன் சராசரி மதிப்பைக் கணக்கிட்டுக் கொள்ளவேண்டும்.

கொள்கை :

வீட்ஸ்டனின் கொள்கைப்படி

$$\frac{R}{x} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$\therefore X = R \times \frac{l_2}{l_1} .$$

தன்தடை எண்ணைத் தீர்மானித்தல்

சுருள் கம்பியின் தடையைக் (x) கண்டபின் கம்பியின் ஆரத்தை (r)த் தீர்மானிக்கவேண்டும். இதற்காகத் திருகு அளவியைக்கொண்டு கம்பியின் வெவ்வேறு இடங்களில் அதனுடைய விட்டத்தைக்கண்டு, அதிலிருந்து அதன் ஆரம் (r)-யைக் கணக்கிடலாம். கம்பிச் சுருளின் நீளத்தை அளக்க வேண்டும். l-எனக் கொள்வோம்.

$$\therefore \text{தன்தடை எண் } s = \frac{X . \pi r^2}{l} .$$

முடிவுகள்

கம்பிச் சுருளின் சராசரி தடை = x = ஓம்கள்.

கம்பிச் சுருளின் தன்தடை எண் — s = ஓம்/க.செ.மீ.

காட்சிப் பதிவுகள்

கம்பியின் தடை

எண்.	தடைப்பெட்டி இடது பக்க இடைவெளியில். தடை R	சரியீட்டு நீளங்கள். i_1	சரியீட்டு நீளங்கள். $l_2=(100-l_1)$	தெரியாத தடை $X=\frac{R(100-l_1)}{l_1}$	தடைப்பெட்டி வலது பக்க இடைவெளியில். தடை R	சரியீட்டு நீளங்கள். $l_1=(100-l_2)$	சரியீட்டு நீளங்கள். l_2	$X=\frac{R(100-l_2)}{l_2}$

சராசரி = ஓம்கள். சராசரி = X = ஓம்கள்

கிடைத்த இரண்டு சராசரி அளவுகளுக்கும் சராசரி துண்டு X-ன் இன்று மதிப்பைக் காணவேண்டும்.

கம்பியின் ஆரம்

திருகு அளவியின் அதம அளவு (c) = செ.மீ.

சுழியத் திருத்தம் =

எண்.	புரியிடைக் கோல் அளவு P	தலைக்கோல் அளவு P	புதிய அளவு =P+HC.	திருத்திய அளவு d

சாரசரி = செ.மீ.

கம்பியின் ஆரம் $r = \frac{d}{2}$ = செ. மீ.

45. அஞ்சல் அலுவலகப் பெட்டி

நோக்கம்

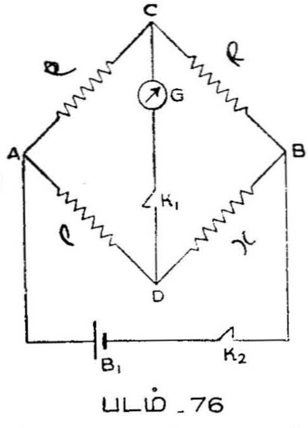
அஞ்சல் அலுவலகப் பெட்டியைப் பயன்படுத்தி ஒரு தடைத் தெரியாத கம்பிச் சுருளின் தடையைக் கண்டு அதன் தன்தடை எண்ணையும் காணல்.

கருவிகள்

அஞ்சல் அலுவலகப் பெட்டி (Post office box), லெக்லாஞ்சி மின்கலம், நுண்ணுணர் கால்வனுமானி முதலியன.

விளக்கம்

அஞ்சல் அலுவலகப் பெட்டி வீட்ஸ்டனின் கொள்கை (wheaston's principle) யைப் பயன்படுத்தி அமைக்கப்பட்ட கருவி. இது

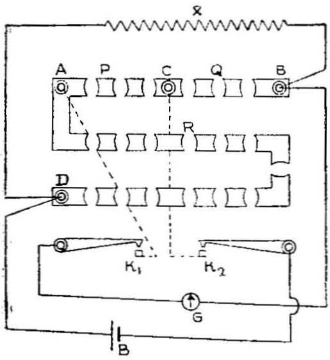


படம் _76

செருகக்கூடிய அல்லது சுழற்றக் கூடிய மூன்று தடை புயங்களுடன் கூடியது, இதில் P,Q என்ற புயங்கள் ஒவ்வொன்றும் *10* ஓம், *100* ஓம், *1000* ஓம் தடைகளைக் கொண்டவை. மூன்றுவது புயம் R-ல் தடைகள் *1* ஓம் முதல் **5000** ஓம்கள் வரை உள்ளன. இதில் ஒரு காற்று இடைவெளி (air gap) உள்ளது. இதில் ஒரு முளை (plug) பொருத்தப் பட்டுள்ளது. இந்த முளையை நீக்கி விட்டால் முடிவில்லாத் தடை (infinite resistance) ஏற்படும். பொதுவாக இரண்டு தட்டுச் சாவிகள் (K_1, K_2) (படம் 77) இல் காட்டியுள்ளபடி உள்ளாகவே இணைக்கப்பட்டுள்ளன.

செய்முறை

தடை தெரியாத கம்பிச் சுருள் X-யை B-க்கும் D-க்கு மிடையில் (படம் 77) இல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்க வேண்டும். இது வீட்ஸ்டனின் வலையில் நான்காவது புயமாக அமையும். (மற்ற மூன்று புயங்கள் P, Q, R ஆகும்) அடுத்து லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தை A-க்கும் B-க்கும் இடையில் இருக்கும்படியும் கால்வனு மீட்டர் C-க்கும் D-க்கும் இடையில் இருக்கும்படியும் இணைக்கவேண்டும்.



படம் - 77

முதலில் இணைப்புக்கள் சரியாக உள்ளனவா என்று சரி பார்க்க வேண்டும். இதற்காக புயம் P-யில் 10 ஓமும், Qவில் 10 ஓமும், R-ல் 0-ஓமும் இருக்கும்படி வைத்து மின்கலச் சாவியை (K_2) முதலில் அழுத்திப் பின்னர் கால்வனு மீட்டர் சாவி K_2 வை மூடி, கால்வனு மீட்டரில் ஏற்படும் விலகலைக் காண வேண்டும். பின்னர் R-ல் முடிவிலா தடையில் உள்ள முளையை நீக்கி, கால்வனு மீட்டரில் ஏற்படும் விலகலைக் காணவேண்டும். விலகல் எதிர் எதிர் திசைகளில் இருந்தால் இணைப்பு சரியானது.

பின்னர் R-ல் உள்ள தடைகளின் முளைகளை நன்கு அமுக்கி சரிசெய்து கொள்ள வேண்டும். R-ல் தடைகளின் முளைகளை நீக்கிக் குறிப்பிட்ட தடைகளை உண்டாக்கி விலகலைக் காண வேண்டும். இப்படியே செய்து 1 ஓம் வேறுபாடுள்ள எந்த இரண்டு தடைகளைச் செருகினுல் எதிர் எதிர் திசைகளில் விலகல் ஏற்படுகின்றது என்று காண வேண்டும். இந்த அளவுகள் எடுத்துக் காட்டாக 3 ஓமும், 4 ஓமும் என்க. இப்பொழுது P = Q = 10 ஓம்கள்

இதனால் விகிதம் $\frac{P}{Q} = 1$ ஆகையால் R = X. எனவே தெரியாத தடை X-ன் மதிப்பு 3 ஓமுக்கும் 4 ஓமுக்கும் இடையில் இருக்க வேண்டும்.

பின்னர் தடை X-ன் மதிப்பை ஓமின் நூறில் ஒரு பங்குக்குத் திருத்தமாக காணவேண்டும். இதற்தாக P-யில் உள்ள தடவையை 1000 ஓமாக மாற்றி, புயம் Q.வில் உள்ள தடையை அதே 10 ஓமாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். இப்பொழுது கால்வனு மீட்டரில் எதிர் எதிர் பக்கங்களில் விலகல் ஏற்பட 370 க்கும்

380-க்கும் இடையிலுள்ள தடைகளை புயம் R-ல் உண்டாக்க வேண்டும். இப்படி விலகல் எதிர் எதிர் பக்கங்களில் ஏற்படும் பொழுது புயம் R-ல் உள்ள தடையின் மதிப்புகளை 372 ஓம், 373 ஓம் என்க. இதனால் தெரியாத தடையின் மதிப்பு 3.72 ஓமுக்கும் 3.73-க்கும் இடையில் இருக்கும். இவைகளில் எந்த தடைக்கு விலகல் குறைவாக உள்ளதோ அந்தத் தடையைச் சரியான தடையின் மதிப்பாக எடுத்துக் கொள்ள வேண்டும்.

தன்தடை எண்ணைக் காணல்

சுருள் கம்பியின் தடை X யைக் கண்டபின் அதன் ஆரம் (r) யை திருகு அளவி மூலம் காணவேண்டும். கம்பியின் வெவ்வேறு இடங்களில் அதனுடைய விட்டத்தைக் கண்டு, அதிலிருந்து அதன் ஆரம் r யைக் காண வேண்டும். கம்பிச் சுருளின் நீளம் l-யை அளக்க வேண்டும்.

பின்னர், கம்பியின் தன்தடை எண் $= \dfrac{X \cdot \pi r^2}{l}$ ஆகும்.

முடிவுகள்

கம்பிச்சுருளின் சராசரித்தடை = x ஓம்கள்.

கம்பிச்சுருளின் தன்தடை எண் = s = ஓம்/க.செ.மீ.

காட்சிப் பதிவுகள்

கம்பியின் தடை

புயம் P-யில் தடை (P) ஓம்.	புயம் Q-வில் தடை (Q) ஓம்.	புயம் R-ல் தடை (R) ஓம்.	தெரியாத தடை X ஓம.
10	10		
100	10		
1000	10		

சரியான தடை X = ஓம்ஸ்.

கம்பியின் ஆரம் :

திருகு அளவியின் அதம அளவு (c) = செ.மீ.

சுழியத் திருத்தம் =

எண்.	புரியிடைக் கோல் அளவு P.	தலைக்கோல் அளவு H	பதிய அளவு =(P+HC)	திருத்திய அளவு d

சராசரி = செ.மீ.

கம்பியின் ஆரம் $r = \frac{d}{2}$ = **செ.மீ.**

46. மின்தடை வெப்பநிலை எண்

நோக்கம்

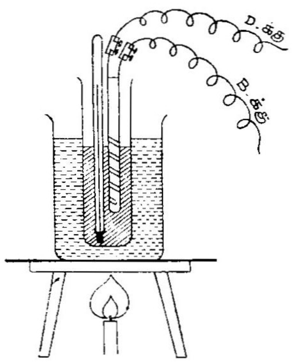
ஒரு கம்பியின் மின்தடை வெப்பநிலை எண்ணை (temperature co-efficient of resistance) பெட்டியின் மூலம் காணல்.

கருவிகள்

P.O. பெட்டி, ஆய்விற்குரிய கம்பிச்சுருள் சுற்றப்பட்ட அமைப்பு முதலியன.

செய்முறை

ஆய்விற்குரிய கம்பிச் சுருள் ஒரு கடத்தாப்பொருளின் மேல் சுற்றப்பட்டு ஒரு பெரிய மிதவைக் குழாயினுள் உள்ள எண்ணெயில் வைக்கப்பட்டுள்ளது. கம்பிச் சுருளின் முனைகளிலிருந்து இணைப்புக்கு கம்பிகள் (படம் 78) பொறுத்தப் பட்டுள்ளன. இந்த அமைப்புடன் கூடிய மிதவைக் குழாயை ஒரு குவளையில் உள்ள தண்ணீரினுள் வைத்துச் சூடாக்க இயலும். முன் ஆய்வில் விவரித்துள்ள P.O. பெட்டியை இந்த ஆய்விலும் உபயோகிக்க வேண்டும். (படம் 77)-இல் காட்டியுள்ளவாறு எல்லா இணைப்புகளையும் செய்து, தெரியாத தடை X-க்கு பதிலாக மட்டும் மின் தடை வெப்பநிலை எண் காண வேண்டிய கம்பியின் முனைகளிலிருந்து வரும் இணைப்புக்குக் கம்பிகளின் முனைகளை B-க்கு ஒன்றும் D-க்கு ஒன்றுமாக இணைக்க வேண்டும்.



படம் - 78

பின்னர் நீரை மெதுவாகச் சூடாக்க வேண்டும். இதனால் கம்பிச்சுருளின் தடை வேறுபடும். நீரை சூடாக்கி, $40°c, 50°c, 60°c, 70°c, 80°c$ என்று நான்கைந்து வெப்பநிலைகளில் P.O. பெட்டியின் மூலம் முன்விவரித்தப்படி தடைகளைத் தீர்மானிக்க வேண்டும். குறைந்தது நான்கு வெப்பநிலைகளில் கம்பிச்சுருளின் தடையைக் காணவேண்டும். பின்னர் ஏதாவது இரண்டு வெப்பநிலைகளையும் அந்த வெப்பநிலைகளுக்குத் தொடர்பான கம்பிச்சுருளின் தடையையும் பயன்படுத்தி மின்தடை வெப்பநிலை எண்ணைக் கணக்கிடலாம்.

கொள்கை

கம்பியின் தடை $0°c$, $t°c$ வெப்ப நிலைகளில் முறையே Ro, Rt என்க. எனவே

$$Rt = Ro\ (1 + at)$$

இதில் a என்பது மின்தடை வெப்பநிலை எண் ஆகும்.

$$\therefore\ R_1 = Ro\ (1 + at_1)$$

$$R_2 = Ro\ (1 + at_2)$$

இரண்டு சமன்பாடுகளிலிருந்தும்

$$\frac{R_2}{R_1} = \frac{1 + a\,t_2}{1 + a\,t_1}$$

$$\text{இதிலிருந்து}\ a = \frac{R_2 - R_1}{R_1\,t_2 - R_2\,t_1}$$

முடிவு

கம்பியின் மின்தடை வெப்ப எண் =

காட்சிப் பதிவுகள் :

வெப்ப நிலை $t°c$	P	Q	R	X
$40°c$				=
$50°c$				=
$60°c$				=
$70°c$				=
$80°c$				=

கணக்கீடு

ஏதாவது இரண்டு வெப்ப நிலைகளில் அந்த வெப்ப நிலைகளுக்குத் தொடர்பான தடைகளைக் கண்டு,

$$\alpha = \frac{X_2 - X_1}{(X_1 \ t_2 - X_2 \times \ t_1)}$$ என்ற சமன்பாட்டில்

இட்டு α-வின் மதிப்பைக் கணக்கிடவேண்டும். பின்னர் வேறு இரண்டு வெப்பநிலைகளுக்குக் கணக்கிடவேண்டும். இவ்வாறு இரண்டு மூன்று மதிப்புகளைக் கணக்கிட்டுச் சராசரியை எடுத்துக் கொள்ளவேண்டும்.

47. மின்னழுத்தமானி மின் இயக்கு விசைகளின் ஒப்பீடு

நோக்கம்

இரண்டு மின்கலங்களின் மின் இயக்கு விசைகளை (Electromotive forces) மின்னழுத்தமானி (protentiometer) யைப் பயன்படுத்தி ஒப்பிடுதல்.

கருவிகள்

மின்னழுத்தமானி, மின்சேமக்கலம் (accumulator), டானியல் மின்கலம், லெச்லாஞ்சி மின்கலம், மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி, (plug key)' நுண்ணுணர் கால்வனு மானி, ஒரு இரண்டு வழிச்சாவி முதலியன.

விளக்கம்

மின்னழுத்தமானி (potentio meter) ஒரு மரப்பலகையின் மீது இரண்டு முனைகளுக்கு (A, B) இடையில் இழுத்துக்கட்டப்பட்டுள்ள, ஒரு மீட்டர் நீளத்தையுடைய பத்து சீரான கான்ஸ்டன்டன் (constantant) அல்லது செர்மன் வெள்ளி (germansilver) கம்பிகளைக் கொண்டது. இவைகள் ஒன்றுக்கொன்று இணையாகவும் முனைக்கு முனை தொடர்ச்சியாகக் கடத்தும் வண்ணம் தொடர்பாகவும் (in series) இணைக்கப்பட்டுள்ளன. அடுத்தடுத்த இரண்டு கம்பிகளின் முனைகள், தடையற்ற தாமிரத்தகடுகள் மூலம் உருக்கி இணைக்கப் பட்டுள்ளன. முதல் கம்பியின் தனித்த முனை A-யும், கடைசிக் கம்பியின் தனித்த முனை B-யும். இணைப்புத் திருகுகள் (bindingscrews) பொருத்தப்பட்ட தாமிரத் தகடுகளில் உருக்கி இணைக்கப் பட்டுள்ளன. இணைப்புத் திருகளுக்கிடையே உள்ள கம்பியின்தூரம் சரியாக 1000 செ.மீ. ஆகும். முதல் கம்பிக்கு இணையாக பலகையின் மீது ஒரு மீட்டர் அளவுகோல் பொருத்தப் பட்டுள்ளது.

இதுவன்றி கம்பிக்கு ஒன்றாக பத்து தொடு முனைகள் பொருத்தப்பட்டுள்ள ஒரு உலோகத் தொடர்பாக்கி (jockey) பலகையின் மேல் நகர்த்தக்கூடிய வகையில் உள்ளது. ஏதாவது ஒரு தொடு முனையை அழுத்தி, அதற்குத் தொடர்பான கம்பியுடன் தொடர்பை உண்டாக்கலாம்.

மேலும் தொடர்பாக்கி மின்னழுத்தமானியில் மேல் நகரும் பொழுது ஒரு பருத்த தாமிரத்தண்டின் மேல் நகருகின்றது. இந்த தாமிரத் தண்டின் இருமுனைகளிலும் இணைப்புத் திருகுகள் பொருத்தப்பட்டுள்ளன. எனவே ஏதாவது ஒரு தொடு முனையை அதற்கு தொடர்பான கம்பியைத் தொடுமாறு அழுத்தும் பொழுது கம்பிக்கும் தாமிரத் தண்டின் இணைப்புத் திருகுகளுக்கு மிடையில் தொடர்பு உண்டாக்கப் படுகின்றது.

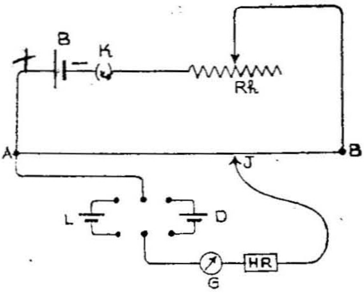
மேலும் இவ்வாய்வில் மின்கலங்களை மூலச் சுற்றுடன் தொடர் பிணைப்பில் கொண்டு வருவதற்கு ஒரு இரட்டை வழிச்சாவி (double way key) பயன் படுத்தப்படுகின்றது. இதில் ஆறு இணைப்பு முனைகள், இணைப்புத் திருகுகளுடன் உள்ளன. இவைகள் இரட்டை, இரட்டையாக இருக்கும் வண்ணம் மூன்று இரட்டைகளாக அமைக்கப்பட்டடுள்ளன. இதில் நடுவில் உள்ள இரட்டை இணைப்பு முனைகள் மூலச் சுற்றுடன் இணைப்பு கொள்வதற்குப் பயன் படுகின்றன. மற்ற இரண்டு இரட்டைகளும் பக்கத்திற்கு ஒன்றாக உள்ளன. இவைகளினால் கொடுக்கப்பட்ட லெக்லாஞ்சி அல்லது டேனியல் மின்கலத்தை பக்கத்திற்கு ஒன்றாக இணைக்கலாம். மற்றும் நடுத் திருகுகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஒரு நெம்புகோல் அமைப்பினால் லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தையோ அல்லது டேனியல் மின்கலத்தையோ மூலச் சுற்றுடன் தொடர்பிணைப்பில் இருக்கு மாறு செய்யலாம்,

செய்முறை

மின்சேமக் கலத்தின் நேர்மின் துருவத்தை (positive pole) மின் அழுத்த மானிக் கம்பியின் ஒரு முனை (A) யுடனும், எதிர் மின் துருவத்தை (negative pole) இரு முளைச் சாவி, மின் தடை மாற்றி (rheostat) ஆகியவற்றுடன் தொடரிணைப்பில் மற்றொரு முனை (B) யுடன் இணைக்கவேண்டும். இதனால் மின் அழுத்தமானியின் கம்பிகளில் மின்னழுத்தம் உண்டாக்கப் படுகின்றது. கம்பிகள் சீரானவை ஆகையால், மின்னழுத்த வாட்டம் (potential gradient) கம்பிகளில் சீராக உள்ளது. இதனால் கம்பியின் சம நீளங்களின் முனைகளுக்கிடையே யான மின்னழுத்த வேறுபாடு (potential difference) சமமாக உள்ளது,

பின்ன நேர் மின் துருவம் இணைக்கப்பட்டுள்ள முனை A-, இரட்டை வழிச்சாவியின் நடுவிலுள்ள இணைப்பு முனைகளில் ஒன்று டன் இணைக்கப் படவேண்டும். மறு இணைப்பு முனை, ஒரு நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர்: உயர்தடை (high resistance) மூலம், மின்னழுத்த மானியில் தொடர் பாக்கி நகரும் தாமிரத் தண்டில் உள்ள இணைப்புத் திருகுடன் இணைக்கப்படவேண்டும்.

லெக்லாஞ்சி மின்கலத்தை (L) இரட்டை வழிச் சாவியில் ஒரு முனையில் உள்ள இணைப்புத் திருகுகளுடனும, டேனியில் மின் கலத்தை (D) மறுமுனையில் உள்ள இணைப்புத் திருகுகளுடனும் இணைக்க வேண்டும் (படம் 79). இவ்வாறு இணைக்கும் பொழுது



படம் - 79

மின்கலங்களின் நேர்த்துருவங்கள் மின்னழுத்தமானியின் கம்பி முனை A இணைக்கப்பட்டுள்ள இணைப்புத் திருகு உள்ள அதே பக்கத்தில் உள்ள திருகுகளுடன் இணைக்கப்பட்டுள்ளனவா என்று பார்த்து இணைக்க வேண்டும்.

அடுத்து இணைப்புகள் சரியாக உள்ளனவா என்று பார்க்க வேண்டும். இதற்காக லெக்லாஞ்சி அல்லது டேனியல் மின் கலத்தை மூலச் சுற்றுடன், இரட்டை வழிச்சாவியில் உள்ள நெம்பு கோல் மூலம் இணைத்து, மின்தடை மாற்றியில் சுன்னத்தடை (zero resistance) இருக்குமாறு வைத்து, சுற்றைப் பூர்த்தியாக்க வேண்டும். இப்பொழுது தொடர்பாக்கி (Jockey)-யை முதல் கம்பியின் முனை A-அருகில் வைத்து அதற்கான தொடு முனையை அழுத்தி, கால்வனு மீட்டரில் ஏற்படும் விலகலைக் கவனிக்க வேண் டும். பின்னர் கடைசிக் கம்பியின் (பத்தாவது கம்பி) முனை-B அருகில் அதற்கான தொடு முனையை அழுத்தித் தொடர்பை ஏற் படுத்தி கால்வனு மீட்டரில் விலகலைக் கவனிக்கவேண்டும். கால்

வனு மீட்டரில் விலகல்கள் எதிர் எதிர் திசைகளில் இருக்குமானால் சுற்று சரியானதாகும்: இல்லையேல் தவறானதாகும்.

சுற்றினைச் சரிபார்த்த பின்னர் தொடர்பாக்கியை நகர்த்தி மின் அழுத்தமானியின் நடுவில் வைத்து, தொடு முனைகளை ஒவ்வொன்றாக வெவ்வேறு இடங்களில் அழுத்தி, கால்வனு மீட்டரில் சுன்ன விலக்கம் ஏற்படுமாறு செய்ய வேண்டும். இவ்வாறு காணும்போது உயர்தடை சுற்றில் உள்ளவாறு அதிலுள்ள முளையை (plug) எடுத்து விட வேண்டும். கிட்டத்தட்ட சுன்ன விலக்கம் உள்ளபொழுது மீண்டும் முளையைச் செருகி, சரியான சரியீட்டுப் புள்ளியைக் காணவேண்டும். உயர் தடையில் உள்ள முளையைச் செருகி வைத்தால். உயர் தடை சுற்றில் இருக்காது. இப்பொழுது கம்பியின் நேர் முனை A யிலிருந்து சரியீட்டுப்புள்ளி வரையுள்ள கம்பியின் நீளம் l_1-யை கவனமாகக் கணக்கிடவேண்டும். பின்னர் டேனியல் மின்கலம் சுற்றில் வருமாறு செய்து முன் போலவே சரியீட்டுப் புள்ளியைக் கண்டு, முனை A-யிலிருந்து உள்ள கம்பியின் நீளம் l_2-வை கணக்கிட வேண்டும்.

பின்னர் மின்தடை மாற்றியின் நகரும் தொடர்பினை (sliding contact) வெவ்வெறு நிலைகளுக்கு நகர்த்தி ஒவ்வொரு நிலைக்கும் இரண்டு மின்கலங்களும் ஏற்படுத்தும் சரியீட்டு நீளங்களைக் (balancing length) கண்டு குறிக்க வேண்டும். ஆய்வினை ஐந்து அல்லது ஆறு முறை செய்து அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும்,

கொள்கை

லெக்லாஞ்சி மின்கலம், டேனியல் மின்கலம் இவற்றின் மின் இயக்குவிசை (*e.m.f.*) முறையே E_1, E_2 என்க.

மின்னழுத்த மானியின் கம்பி சீரான தடையுள்ளதாகையால்,

$$E_1 \alpha l_1 \quad (1)$$

$$E_2 \alpha l_2 \quad (2)$$

இரண்டிலிருந்தும்,

$$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}.$$

மின்தடை மாற்றியின் வெவ்வேறு நிலைகளில் எடுக்கப்பட்ட சரியீட்டு நீளங்களின் விகிதமே, மின் இயக்கு விசைகளின் விகிதம் ஆகும்.

முடிவு

லெக்லாஞ்சி, டேனியல் மின்கலங்களின் முன் இயக்கு விசைகளின் விகிதம் $\left(\frac{E_1}{E_2}\right) =$.

காட்சிப் பதிவுகள் :

எண்	லெக்லாஞ்சி மின்கலம் — சரியீட்டு நீளம் l_1 செ.மீ.	டேனியல் மின்கலம் — சரியீட்டு நீளம் l_2	$\frac{E_1}{E_2} = \frac{l_1}{l_2}$
1			
2			
3			
4			
5			
6			
		சராசரி	=

48. மின்கலத்தின் அகத்தடையை அறிதல்.

நோக்கம்

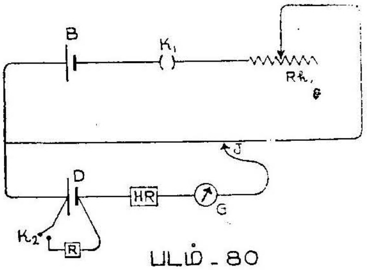
ஒரு மின்கலத்தின் அகத்தடையை (Internal resistance) மின் அழுத்தமானியின் மூலம் அறிதல்.

கருவிகள்

மின் அழுத்தமானி, மின்சேமக்கலம் (accumulator), டேனியல் மின்கலம், மின்தடை மாற்றி (rheostat), முளைச்சாவி, தட்டுச் சாவி (tap key) நுண்ணுணர் கால்வனு மானி தடைப் பெட்டி முதலியன.

செய்முறை

படம் 80 இல் காட்டியுள்ள படி இணைப்புக்களை ஏற்படுத்த வேண்டும். ஒரு மின் சேமக்கலத்தின் துருவங்களை மின் அழுத்தமானியின் கம்பி முனைகளுடன் ஒரு முளைச்சாவி ஒரு மின்தடை மாற்றி வழியாகத் தொடரிணைப்பில் இணைக்க வேண்டும். பின்னர் நேர்துருவம் இணைக்கப்பட்டுள்ள கம்பி முனை A-வுடன் அகத் தடைக் காணவேண்டிய டேனியல் மின்கலத்தை அதன் நேர் துருவம் A யில் சேருமாறு, ஒரு நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர், உயர் தடை வழியாகத் தொடர் பாச்கி (jockey) நகரும் தாமிரத் தண்டில் உள்ள இணைப்புத்திருகுடன் இணைக்க வேண்டும்.



படம் - 80

பின்னர் ஒரு படித்தர மின்தடைப் பெட்டியை (standard resistance box) டேனியல் மின்கலத்தின் (D) இரு துருவங்களுடன் ஒருதட்டுச்சாவி K_2- மூலம் படம் 80 இல் காட்டியுள்ளபடி இணையாக இருக்கும்படி இணைக்க வேண்டும். பின்னர் மின்னழுத்தமானியின் சுற்றினை முளைச்சாவி K_1 மூலம் பூர்த்தியாக்கி, டேனியல் மின்கலத்தின் மின் இயக்கு விசை சரியீடு செய்யும் கம்பியின் நீளம் l_1 யைக்காண வேண்டும். இப்பொழுது தட்டுச்சாவி K_2 திறந்திருக்கும். இதனால் மின் தடைப்பெட்டி சுற்றில் இருக்காது.

இப்பொழுது டேனியல் மின்கலத்தின் வழியாக மின்னோட்டம் ஏற்படுவதில்லை. எனவே டேனியல் மின்கலம் திறந்த சுற்றில் இருப்பதாகக் கொள்ளலாம். இதனால் மின்கலத்தின் இரு துருவங்களுக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு (potential differnce) E வோல்ட்களுக்குச் சமம். இது மின் கலத்தின் மின் இயக்கு விசையாகும்.

அடுத்து படித்தர மின் தடைப் பெட்டி R-ல் 5 ஓம் தடையை உண்டாக்கி, தட்டுச் சாவி K_2-யை மூடி, சுற்றைப் பூர்த்தியாக்க வேண்டும். இப்பொழுது மின் கலத்தின் இரு துருவங்களுக்கும் இடையிலுள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு (potential difference) மின் கலத்தின் மின் இயக்க விசையை விடக் குறைவு. முன்புபோல் ஆய்வினைச் செய்து மின் கலத்தின் இரு துருவங்களுக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாட்டைச் சமனுக்கும் சரியீட்டு நீளத்தை (l_2 செ.மீ.) மின்னழுத்த மானி கம்பிகளில் காண வேண்டும்.

பின்னர் படித்தர தடைப் பெட்டியில் 8 ஓம், 10 ஓம். 15 ஓம், 20 ஓம், என்று தடைகளை மாற்றி வைத்து, ஒவ்வொரு தடைக்கும் சரியீட்டு நீளத்தைக் காணவேண்டும். ஒவ்வொரு தடை R-க்கும் தொடர்பான சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டு, அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி, டேனியல் மின் கலத்தின் அகத்தடையைக் கணக்கிட வேண்டும்.

கொள்கை

ஆய்வின் முதல் கட்டத்தில் டேனியல் மின் கலம் திறந்த சுற்றில் இருப்பதாகக் கருத வேண்டும். எனவே அதன் மின் இயக்கு விசை E எனில்

$$E \alpha l_1 \quad — \quad (1)$$

ஆய்வின் இரண்டாவது கட்டத்தில் மின்கலம் ஒருபுறத்தடை

(R)-யுடன் குறுக்கிணைப்பால் (Short circuit) இணைக்கப்பட்டது. எனவே மின்கலத்தின் இரு முனைகளுக்கும் இடையிலுள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{ER}{(r+R)}$ ஆகக் குறைகின்றது. இதில் r-மின்கலத்தின் அகத்தடை.

எனவே,

$$\frac{ER}{(r+R)} \propto l_2 \quad — \quad (2)$$

(1)-யை (2) ஆல் வகுக்க,

$$\frac{r+R}{R} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$\text{அல்லது } r = R \times \frac{(l_1 - l_2)}{l_2} \text{ ஓம்கள்.}$$

எனவே ஒவ்வொரு புறத் தடைக்கும் தனியாக, அகத் தடையைக் கணக்கிட வேண்டும்.

முடிவு

வெவ்வேறு புறத் தடைகளுக்கும் டேனியல் மின்கலத்தின் அகத் தடை கணக்கிடப்பட்டது. அட்டவணையின் கடைசி கட்டத்திலிருந்து, புறத்தடை அதிகரித்தால், மின்கலத்தின் அகத் தடையும் அதிகரிக்கின்றது என்று அறியப்பட்டது.

காட்சிப் பதிவீடுகள்

R (ஓம்கள்)	சரியீட்டு நீளம் l_2 செ. மீ.	அகத்தடை $r = R.\frac{(l_1 - l_2)}{l_2}$ ஓம்கள்.
5		
8		
10		
15		
20		

டேனியல் மின்கலத்துடன் மட்டும் K_2 திறந்த சுற்றில் சரியீட்டு நீளம் $= l_1 =$ செ. மீ.

அட்டவணையின் கடைசிக் கட்டத்திலிருந்தது, புறத்தடை அதிகரிக்க, மின்கலத்தின் அகத்தடையும் அதிகரிக்கின்றது என்பது தெரிகின்றது.

49. மின்தடைகளின் ஒப்பீடு

நோக்கம்

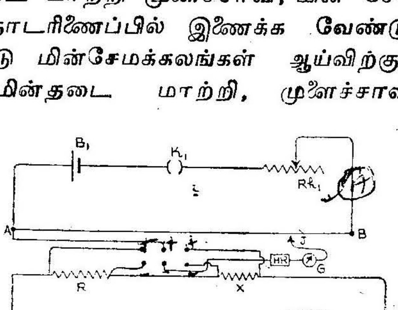
மின் அழுத்தமானி மூலம் இரண்டு தடைகளை ஒப்பிடுதல்.

கருவிகள்

மின் அழுத்தமானி, மின்தடை மாற்றி, மின்சேமக்கலம், முளைச் சாவிகள், நுண்ணுணர் கால்வனுமானி, உயர் தடை, ஒப்பிடப் படவேண்டிய தடைகள்.

செய்முறை

இவ்வாய்வில் இரண்டு தனித்தனி சுற்றுகளை ஏற்படுத்த வேண்டும். ஒரு சுற்றில் மின் அழுத்தமானியின் கம்பி முனைகள் (A.B.) மின்தடை மாற்றி முளைச்சாவி, மின் சேமக்கலம் ஆகிய வற்றுடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்க வேண்டும். மற்ருெரு சுற்றில் இரண்டு மின்சேமக்கலங்கள் ஆய்விற்குரிய தடைகள், (R-ம், X-ம்) மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி இவைகளின்



படம் - 81

வழியாகத் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்படவேண்டும். இப்பொழுது ஒரு இரட்டை வழி சாவியினுல் இரண்டு சுற்றுக்களுக்கும் தொடர்பினை உண்டாக்கவேண்டும். இதற்காக இரட்டை வழிச்

சாவியின் நடு இரண்டு இணைப்புத்திருகுகளில் ஒன்றில் மின்னழுத்த மானி கம்பியின் நேர்முனை A-யை (படம் 81) இல் காட்டியுள்ளபடி இணைக்கவேண்டும். மறு இணைப்புதிருகுகளை ஒரு உயர் தடை, நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர் வழியாக தொடர்பாக்கி நகரும் மின்னழுத்தமானியில் உள்ள தாமிரத்தண்டின் திருகில் இணைக்க வேண்டும், மற்ற நான்கு இரட்டை வழிச்சாவி திருகுகளுடன் படம் 81 இல் காட்டியுள்ளவாறு தடைகள் R-யையும் X-யையும் இணையாக இணைக்க வேண்டும்.

இப்பொழுது இரண்டு சுற்றுக்களையும் பூர்த்தியாக்கி சுற்றுக்கள் சரியாக உள்ளனவா என்று பார்க்க வேண்டும். இதற்காக இரட்டை வழிச்சாவியில் உள்ள நெம்புகோல் (lever) மூலமாக ஏதாவது ஒரு தடை (R அல்லது X)-யைச் சுற்றில் தொடர்பாக்கிக் கொள்ளவேண்டும்.

இப்பொழுது முதல் சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியில் சுன்னத்தடை இருக்குமாறு வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். தொடர்பாக்கியை (jockey) மின் அழுத்தமானியின் மேல் நகர்த்தி, முதல் கம்பியின் முனை A அருகில் வைத்து, அக் கம்பிக்கான தொடு முனையை அழுத்தி கால்வனு மீட்டரில் விலகலைக் கவனிக்க வேண்டும். பின்னர் முனை B-அருகில் (பத்தாவது கம்பி) தொடுமுனையை அழுத்தி கால்வனு மீட்டர் விலகலைக் கவனிக்கவேண்டும். விலகல்கள் எதிர் எதிர் திசைகளில் இருக்குமாகுல் சுற்று சரியானதாகும்; இல்லையேல் தவருனதாகும்.

பின்னர் உயர் தடை சுற்றில் இருக்குமாறு அதிலுள்ள முனையை நீக்கி விடவேண்டும். பின்னர் ஒரு தடையை (R) துணை சுற்றில் இருக்குமாறு வைத்து, தொடர் பாக்கியில் உள்ள தொடு முனைகளை ஒவ்வொன்ருக அழுத்தி, கால்வனு மீட்டரில் கிட்டத்தட்ட சுழிய விலக்கம் கிடைக்குமாறு செய்து. கம்பியின் மேல் சரியீட்டு புள்ளி, (balancing point)-யைக் காணவேண்டும். பின்னர் உயர் தடையின் முனையைச் செருகி, சுற்றில் உயர்தடை இல்லாதவாறு செய்யவேண்டும். இப்பொழுது சரியான சரியீட்டுப் புள்ளியைக் காணவேண்டும். இப்பொழுது முனை A-யிலிருந்து இப்புள்ளி வரை உள்ள கம்பியின் நீளத்தை (l_1) அளக்க வேண்டும். பின்னர் மற்ற தடை X-யை சுற்றில் இருக்குமாறு செய்து சரியீட்டு நீளத்தைக் (l_2) காணவேண்டும்.

இவ்வாறே, முதல் சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியை, அதன் நகரும் தொடர்பு, வெவ்வேறு இடங்களில் இருக்குமாறு வைத்து, ஒவ்வொரு நிலைக்கும் இரண்டு தடைகளும் உண்டாக்கும்

சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டறிய வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும். குறைந்தது ஆறு அளவுகள் எடுக்க வேண்டும்.

கொள்கை

I ஆம்பியர் மின்னோட்டம் தடைகள் R, X ஆகியவற்றின் வழியாக ஏற்படும் பொழுது, உண்டாகும் மின்னழுத்த வேறுபாடு முறையே IR, IX ஆகும். இந்த மின்னழுத்தங்களைச் சமனுக்கும் கம்பியின் நீளங்கள் முறையே l_1, l_2 செ.மீ. கள் எனின்,

$$IR \alpha l_1 \text{—(1)}$$

$$IX \alpha l_2 \text{—(2)}.$$

எனவே, $\frac{R}{X} = \frac{l_1}{l_2}$.

எனவே மின்தடைமாற்றியின் வெவ்வேறு நிலைகளில், ஒவ்வொரு நிலைக்கும் இரண்டு தடைகளும் உண்டாக்கிய சரியீட்டு நீளங்களின் விகிதமே, தடைகளும் உண்டாக்கிய சரியீட்டு நீளங்களின் விகிதமே, தடைகளின் விகிதம் ஆகும்.

முடிவு

இரண்டு தடைகளின் விகிதம் $\left(\frac{R}{X}\right) =$.

காட்சிப் பதிவுகள்

எண்.	தடை R-யின் வழியாக மின்னழுத்த வேறுபாட்டை சமனுக்கும் நீளம் l_1 செ. மீ.	தடை X இன் வழியாக மின்னழுத்த வேறுபாட்டை சமனுக்கும் நீளம் (l_2 செ. மீ.)	$\frac{R}{X} = \frac{l_1}{l_2}$
		சராசரி	

50. அம்பியர் மானியை அளவீடு செய்தல்

நோக்கம்

அம் மீட்டரின் அளவீடுகளைச் சரிபார்த்தலும், பிழை இருப்பின் திருத்தம் செய்தலும்.

கருவிகள்

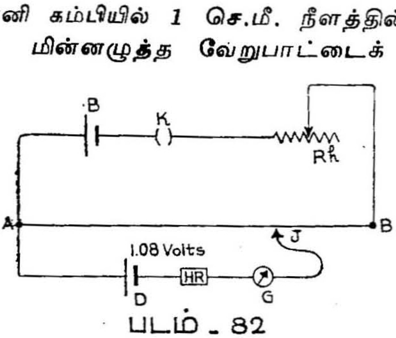
மின் அழுத்தமானி, மின் தடை மாற்றி, மின் சேமக் கலம், டேனியல் மின்கலம், படித்தர 1 ஓம் தடை (standard 1 ohm resistance). முளைச் சாவிகள், நுண்ணுணர் கால்வனுமானி, உயர் தடை, அம்பியர்மானி.

செய்முறை

முதல் பகுதி

அழுத்தமானி கம்பியினை அளவீடு செய்தல்.

அழுத்தமானி கம்பியில் 1 செ.மீ. நீளத்தின் முனைகளுக்கு இடையேயான மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கணக்கிடுதலே,

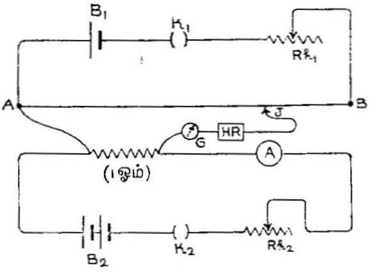


படம் - 82

அதனை அளவீடு செய்வதாகும். இதற்காகப் புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஒரு டேனியல் மின்கலத்தை எடுத்துக்கொள்ளவேண்டு,

அது சரியாக 1.08 வோல்ட் மின் இயக்கு விசை உடையதாக இருக்கும்.

ஒரு சேமக்கலத்தை மின் அழுத்தமானி கம்பிகளுக்கிடையே ஒரு மின்தடை மாற்றி, முனைச் சாவி வழியாகத் தொடரிணைப்பில் இணைக்க வேண்டும். பின்னர் முனை A-யை டேனியல் மின்கலத்தின் நேர் துருவத்துடன் இணைக்கவேண்டும். டேனியல் மின் கலத்தின் எதிர் முனையை ஒரு உயர் தடை, நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர் வழியாகத் தொடர்பாக்கியுடன் (Jockey) இணைக்க வேண்டும். மின்தடைமாற்றியில் தடையைச் சரிசெய்து டேனியல்



படம் - 83

மின்கலத்தின் துருவங்களுக்குக்கிடையேயான மின் இயக்கு விசை, (1.08 வோல்ட்), மின் அழுத்தமானி கம்பியின் முழு நீளத்தையும் (கிட்டத்தட்ட) சரியீடு செய்யுமாறு வைத்து, சரியீட்டு நீளத்தைத் துல்லியமாகக் கணக்கிட வேண்டும். இதனை l_1 செ.மீ. எனக் கொள்வோம். இப்பொழுது கம்பியின் ஒரு செ.மீ. நீளத்தில் உள்ள மின்னழுத்த வேறுபாடு $\frac{1.08}{l_1}$ வோல்ட் ஆகும். இதனைக் கணக்கிடவேண்டும்.

இதற்கு பின் இச்சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியின் தடை வேறுபடுத்தவேகூடாது.

இரண்டாம் பகுதி

இப் பகுதி ஆய்வில், முன் பகுதியில் கண்ட 1 செ.மீ. நீளத்திற்கான மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக்கொண்டு, மின்னோட்டங்களின் அளவுகளைக் கணக்கிடவேண்டும்.

இதற்காக இப் பகுதியில் புதிதாக ஒரு சுற்றை 1 ஓம் படித்தரத்தடை, ஒரு சேமக்கலம், ஒரு மின்தடை மாற்றி, ஒரு முனைச் சாவி, அம்மீட்டர் ஆகியவை தொடரிணைப்பில் இருக்குமாறு

இணைத்து ஏற்படுத்தவேண்டும். பின்னர் சென்ற பகுதி சுற்றின் மற்றப் பகுதிகளை மாற்றுமல், டேனியல் மின்கலத்தை மட்டும் நீக்கிவிட்டு அந்த இடத்தில் 1 ஓம் படித்தர தடை இருக்குமாறு படம் 83-இல் காட்டியுள்ளவாறு இணைக்கவேண்டும்.

இரண்டாவது சுற்றிலுள்ள முளைச் சாவியைச் செருகி சுற்றினைப் பூர்த்தியாக்க வேண்டும். பின்னர் இரண்டாவது சுற்றில் உள்ள மின்தடை மாற்றியைச் சரிசெய்து அம் மீட்டரில் 0.2 ஆம்பியர் அளவு மின்னேட்டம் இருக்கும்படி செய்ய வேண்டும். இப்பொழுது 1 ஓம் படித்தரதடையின் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்தத்தைச் சமனுக்கும். மின் அழுத்தமானி கம்பி நீளத்தை (l_2 செ.மீ.)த் தீர்மானிக்கவேண்டும். பின்னர் இரண்டாவது மின்தடை மாற்றியில் தடையை மாற்றி அம் மீட்டர் 0.4 ஆம்பியர், 0.6 ஆம்பியர், 0.8 ஆம்பியர், 1 ஆம்பியர் என்று வெவ்வேறு அளவுகளைக் காட்டுமாறு செய்து, ஒவ்வொரு மின்னேட்டத்திற்கும் சமனுக்கும் நீளத்தைக் காணவேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்தி, ஒவ்வொரு முறையும் சுற்றில் ஓடும் மின்னேட்டத்தைக் கணக்கிடலாம். இந்த அளவுகளை அம் மீட்டர் காட்டிய அளவுகளுடன் ஒப்பிட்டுப் பிழை திருத்தம் செய்து அம் மீட்டரை அளவிடலாம்.

கொள்கை

I ஆம்பியர் மின்னேட்டம் படித்தரத்தடை R-ன் வழியாக ஓடுகிறதெனில், தடை R-ன் குறுக்காக ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு IR-க்குச் சமம். மின்னழுத்தமானிக் கம்பியின் l_2 செ.மீ. நீளம். இந்த மின்னழுத்த வேறுபாட்டைச் சமனுக்கு கின்றது. ஆனல் 1.08 வோல்ட் மின் அழுத்தத்தைச் சமனுக்கும் கம்பியின் நீளம் l_1 செ.மீ.

எனவே R-ன் குறுக்காக உள்ள மின் அழுத்த வேறுபாடு

$$= \frac{1.08}{l_1} \times l_2$$

$$\therefore \; IR = \frac{1.08}{l_1} \times l_2$$

இங்கு R = I, ஆகையால், $I = \dfrac{1.08}{l_1} \times l_2$ ஆம்பியர்.

முடிவு

அம்பியர்மானி காட்டிய வெவ்வேறு மின்னோட்ட அளவுகளுக்குத் தொடர்பான சரியான மின்னோட்ட அளவுகள் கணக்கிடப்பட்டு, அளவு திருத்தம் செய்யப்பட்டது, அம்பியர்மானி.

அம்மீட்டர் அளவுகள் I	சமனாக்கும் கம்பியின் நீளம் l_2 (செ. மீ).	கணக்கிடப்பட்ட மின்னோட்டம் $I' = \frac{1.08}{l_1} \times l_2$ (ஆம்பியர்)	$(I - I')$ திருத்தம்.

51. குறைந்த அளவு வோல்ட் மானியை அளவீடு செய்தல்

நோக்கம்

ஒரு மின் அழுத்தமானியைக் கொண்டு குறைந்த அளவு வோல்ட்மானியை அளவு திருத்தல் செய்தல்.

கருவிகள்

மின் அழுத்தமானி, டேனியல் மின்கலம், முளைச்சாவி, மின் தடை, மாற்றி நுண்ணுணர் கால்வனு மீட்டர், உயர்தடை, ஆய்விற்குரிய வோல்ட்மானி முதலியன.

செய்முறை

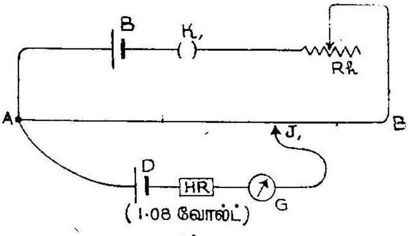
முதல்பாகம் மின் அழுத்தமானியைப் படித்தரமிடுதல் (standardisation).

புதிதாகத் தயாரிக்கப்பட்ட ஒரு டேனியல் மின் கலத்தை, மின் இயக்கு விசை படித்தர மூலமாகப் பயன்படுத்தி, மின் அழுத்த மானியில் 1 செ. மீ. கம்பி நீளத்தில் உண்டாக்கும் மின்னழுத்த வேறுபாட்டைக் கணக்கிடவேண்டும்.

மின் சேமக்கலத்தின் நேர் துருவத்தை (positive pole) மின்னழுத்தமானியின் கம்பியின் ஒருமுனை (A) யுடன் இணைக்க வேண்டும். எதிர் துருவத்தை (negative pole) ஒரு முளைச்சாவி, மின்தடை மாற்றி வழியாக மின்னழுத்த மானியின் மறுமுனை B-யுடன் இணைக்கவேண்டும். இந்தச் சுற்று மின் அழுத்தமானிச் சுற்று எனப்படும்.

பின்னர் ஒரு டேனியல் மின்கலத்தின் நேர் துருவம் மின்னழுத்த மானியின் கம்பி முனை A-யுடனும், எதிர் துருவம் ஒரு உயர் தடை/ நுண்ணர் கால்வனு மீட்டர் வழியாகத் தொடர் பாக்கியுடனும், தொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டும்.

சுற்றில் தேவையான அளவு மின்னோட்டம் ஏற்படும் மின் தடை மாற்றியைச் சரிசெய்ய வேண்டும். மின் சேமக்கலம் மாறுத

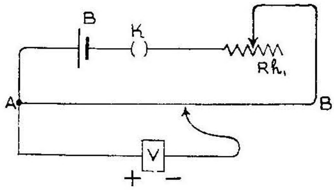


படம் - 84

மின் இயக்கு விசையைப் பெற்றிருப்பதால் மின் அழுத்தமானியின் கம்பியின் குறுக்காக ஏற்படும் மின் அழுத்த வேறுபாடு (potential difference) நிலையாக இருக்கும். இப்பொழுது டேனியல் மின் கலத்தின் மின் இயக்குவிசை (*e.m.f.*) 1·08 வோல்டைச் சமனுக்கும் மின் அழுத்தமானிக் கம்பியின் நீளம் l_1 செ.மீ. தீர்மானிக்க வேண்டும் இதிலிருந்து 1 செ.மீ. கம்பியில் ஏற்படும் மின் அழுத்த வேறுபாடு $\frac{1 \cdot 08}{l_1}$-யைக் கணக்கிட வேண்டும்.

இரண்டாம் பகுதி

குறைந்த அளவு வோல்ட்மானியை அளவீடு செய்தல்



படம் - 85

முன்பகுதி ஆய்வில் மின் அழுத்தமானி சுற்றைச் சிறிதும் மாற்றுமல், அதில் இணைத்திருந்த டேனியல் மின்கலம், உயர்தடை கால்வனு மீட்டர் ஆகியவைகளை மட்டும் நீக்கிவிடவேண்டும் பின்னர் அதற்குப்பதிலாக வோல்ட் மானியை அதன் நேர் முனை மின்னழுத்தக் கம்பி முனை A-யுடன், எதிர்முனை தொடர்பாக்கியுடனும் சேருமாறு இணைக்க வேண்டும்.

கம்பியின் வெவ்வேறு புள்ளிகளைத் தொடும்படி அழுத்திக் கொண்டு தொடர்பாக்கியை நகர்த்தி, வோல்ட் மானியில் 0·1 வோல்ட் இருக்கும் பொழுது சமனுக்கும் கம்பியின் நீளத்தை (l_2 செ மீ.) காணவேண்டும். பின்னர் வோல்ட்மானி 0·2 வோல்ட் 0·3 வோல்ட், முதலிய அளவுகளைக் காட்டும் பொழுது, அவை ஒவ்வொன்றுக்கும் தொடர்பான சரியீட்டு நீளங்களைக் கண்டு, அட்டவணைப் படுத்த வேண்டும். முன் ஆய்வில் கணக்கிட்ட 1 செ.மீ. நீளத்தில் உண்டாகும் மின் அழுத்த வேறு பாட்டைக் கொண்டு சரியான மின்னழுத்த வேறுபாடுகளைக் கணக்கிட்டு இரண்டையும் ஒப்பிட்டு அளவு திருத்தம் செய்யவேண்டும்.

கொள்கை

டேனியல் மின்கலத்தின் மின் இயக்கு விசை 1·08 வோல்ட் ஆகையால் கம்பியின் ஒரு செ.மீ. நீளத்தில் ஏற்படும் மின்னழுத்த வேறுபாடு $= \frac{1 \cdot 08}{l_1}$ வோல்ட் ஆகும்.

எனவே சரியான மின் அழுத்தவேறுபாடு $= \frac{1 \cdot 08}{l_1} \times l_2$ வோல்ட்

எனவே திருத்தம் = வோல்ட்மானி அளவு—கணக்கிடப்பட்ட அளவு.

$\frac{2}{4} \times 8 = 4$

முடிவு

வோல்ட்மானி காட்டிய வெவ்வேறு மின் இயக்கு விசைகளுக்குத் தொடர்பான சரியான மின் இயக்கு விசைகளைக் கணக்கிட்டு, வோல்ட்மானி அளவு திருத்தம் செய்யப்பட்டது.

வோல்ட் மானி அளவு (வோல்ட்) (V)	மின் அழுத்த வேறுபாட்டைக் காட்டும் கம்பியின் சரியீட்டு நீளம் (l_2 செ. மீ)	சரியான மின் அழுத்தம் $V = \frac{1.08}{l_1} \times l_2$ வோல்ட	திருத்தம். (V—θ)

52. ஆடிக் கால்வனுமானியின் தடையும், தகுதியொப்பெண்ணும்

நோக்கம்

ஒரு ஆடிக்கால்வனு மீட்டரின் (mirror galvanometer) தடையையும், தகுதியொப்பெண் (Figure of merit)-ணையும் காணல்.

கருவிகள்

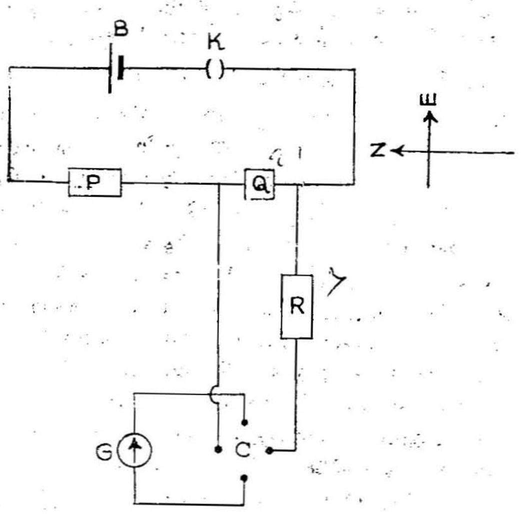
ஒரு 2 வோல்ட் சேமக் கலன், இரண்டு 1—5000 ஓம்கள் உள்ள தடைப் பெட்டிகள், 1—100 ஓம்கள் உள்ள மற்றொரு தடைப் பெட்டி, ஒரு ஆடிக்கால் வனுமானி, திசைமாற்றி, புனைச் சாவி முதலியன.

செய்முறை

(அ) அரை விலக்கல் முறையில் தடை

சேமக்கலத்தின் இரண்டு துருவங்களும் இரண்டு தடைப் பெட்டிகள் (P, Q), முனைச்சாவி வழியாகத் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மூன்றாவது தடைப் பெட்டி R, தடைப் பெட்டி Q-வின் இருமுனைகளுக்கிடையில் கொடுக்கப்பட்டுள்ள ஆடிக்கால்வனு மீட்டர் G-யுடன் திசை மாற்றி C-யின் மூலம் தொடரிணைப்பில் இணைக்கப்பட்டு, Q-வுக்கு இணையான முறையில் உள்ளது. ஆடிக்கால்வனுமானி ஒரு தொங்கும் வகையினது (suspended type). இதில் இணைக்கப்பட்டுள்ள ஆடி அதன்மேல் படும் ஒளியை எதிரொளித்து, அதன் அசைவுகளுக்குத் தக்கவாறு எதிரில் உள்ள அளவுகோல் பிம்பம் நகரும் வண்ணம் உள்ளது. முதலில் இதில் உள்ள ஒளிப் பகுதிகளைச் சரிசெய்து, அளவுகோலில்

அளவு, சுழியத்துடன் பொருந்தும் வண்ணம் செய்யவேண்டும். இதில் P, Q இரண்டு தடைப் பெட்டிகளும் மின்னழுத்த வேறுபாடுகளை உண்டாக்கும் அமைப்புகளாகப் பயன்படுகின்றன. சேமக்கலத்தின் மின்னழுத்த விசையில் ஒரு பகுதியே கால்வனு மீட்டர் வழியாகச் செலுத்தப்படலாம். எனவே P-வில் 1 ஓம்



படம் - 86

தடையை மட்டும் உண்டாக்கி, Q-வில் 9999 ஓம் தடையை உண்டாக்கவேண்டும். இப்பொழுது : P+Q வின் தடை 10,000 ஓம் ஆகும். இப்பொழுது மின் சுற்றைப் பூர்த்தி செய்தால் Q-வின் முனைகளுக்கிடையேயான வேறுபாடு சேமக்கலத்தின் மின் இயக்கு விசையின் மதிப்பில் $\frac{1}{10,000}$ ஆகும்.

இந்த சிறிய மின்னழுத்த வேறுபாடு கால்வனு மீட்டரில் விலகலை உண்டாக்குகின்றது. இப்பொழுது தடைப் பெட்டி R-ல் தடை ஏதும் இல்லாமல் (R=O), கால்வனு மீட்டரில் உண்டாகும் நிலையான விலகலைக்கண்டு குறிக்க வேண்டும். பின்னர் தடைப் பெட்டி R-ல் தடைகளை மெதுவாக உண்டாக்கி நிலையான விலகல் முன்பிருந்த விலகலில் பாதியாக ஆகும் வண்ணம் குறைக்க வேண்டும். கால்வனு மீட்டர் வழியாக மின்னோட்டம் பாதியாகக் குறைக்கப்படுவதினாலேயே, விலகல் பாதியாகின்றது. எனவே முன்பு கால்வனு மீட்டர் தடை

'G' மட்டும் இருந்தது என்றால், பாதி விலகல் அடையும்போது கால்வனு மீட்டர் சுற்றில் தடை (R+G) ஆகின்றது. இந்த (R+G) = 2G என்றால்தான் விலகல் பாதி அளவாகக் குறையும். எனவே R=G ஆகும் பின்னர் Q-வின் மதிப்பை 2, 3 ஆகவும் P-யின் மதிப்பை 1998, 1997 ஆகவும் வைத்து ஆய்வினைச்செய்து அளவுகளை அட்டவணைப்படுத்த வேண்டும். கிடைத்த அளவுகளி லிருந்து சராசரி G-யின் மதிப்பைக் காணவேண்டும்.

(ஆ) கால்வனு மீட்டரின் தகுதியொப்பெண்

முன் பகுதி ஆய்வில் செய்த இணைப்புகளை அப்படியே வைத்துக் கொண்டு, ஒரு சரியான மின்னழுத்த வேறுபாடு கால்வனு மீட்டரில் உண்டாக்கப்படவேண்டும். இவ்வாறு செய்து கால்வனு மீட்டரில் உண்டாகும் நிலையான விலகலைக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும். பின்னர் மின்னோட்டத்தின் திசையை மாற்றி மீண்டும் விலகலைக் குறித்துக்கொள்ளவேண்டும். கிடைத்த இரண்டு அளவுகளிலிருந்தும் சராசரி விலகலைக்கண்டு, கால்வனு மீட்டரின் தகுதியொப்பெண்ணைக் காணவேண்டும். கணக்கிடும் பொழுது மின்சேமக் கலத்தின் மின்னழுத்த விசை 2 வோல்ட் என்று வைத்துக்கொள்ள வேண்டும். மின்தடைப் பெட்டிகள் P, Q இரண்டிலும் பொருத்தமான தடைகளை உண்டாக்கி மீண்டும் மீண்டும் ஆய்வினைச் செய்யவேண்டும். விலகல் அளவு கோலை விட்டு வெளியே செல்லுமளவுக்கு அதிகமாக ஆகும் பொழுது மின்தடைப் பெட்டி R-ல் தடைகளை ஏற்படுத்தி விலகல், அளவுகோலுக்குள் கிடைக்கும்படி செய்யவேண்டும்.

கொள்கை

$$\left.\begin{array}{r}\text{கால்வனுமானி இடையேயான மின்னழுத்த}\\ \text{வேறுபாடு}\end{array}\right\} = \frac{EQ}{P+Q}$$

இங்கு E-சேமக்கலத்தின் மின் அழுத்த விசையாகும்.

கால்வனு மீட்டர் சுற்றில் தடை = (R+G).

$$\left.\begin{array}{r}\text{எனவே கால்வனுமானி வழியாகச்}\\ \text{செல்லும் மின்னோட்டத்தின் அளவு}\end{array}\right\} = \frac{EQ}{(P+Q)} \cdot \frac{1}{(R+G)}$$

ஒவ்வொரு முறையும் கிடைக்கும் சராசரி விலகலை d-எனக் கொண்டால் தகுதியொப்பெண்

$$= \frac{EQ}{(P+Q)} \cdot \frac{1}{(R+G)} \cdot \frac{1}{d} \text{ ஆம்பியர்/பகுதி}$$

முடிவு

$$\left.\begin{array}{r}\text{பாதிவிலகல் முறையால் கிடைத்த}\\ \text{கால்வனுமானி தடை}\end{array}\right\} G = \qquad \text{ஓம்கள்}$$

கால்வனுமானியின் தகுதியொப்பெண் = ஆம்பியர்/பகுதி.

காட்சிப் பதிவுகள் :—

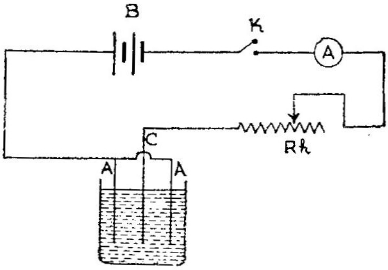
(அ) கால்வனுமானி தடை :

P-யில் தடை (ஓம்கள்) (P)	Q-வில் தடை ஓம்கள் (Q)	ஒரு திசையில் மின்னோட்டம்		மறு திசையில் மின்னோட்டம்	
		விலகல்	அரை விலகல் உண்டாக்க R-ல் ஏற்படுத்திய தடை (G)	விலகல்	அரை விலகல் உண்டாக்க R-ல் தடை (G)

சராசரி = G= ஓம்கள்

எதிர்மின்வாயை இணைக்கவேண்டும். பின்னர் சாவியின் முளையைச் (plug) செருகி சுற்றினைப் பூர்த்தியாக்கவேண்டும். மின்தடை மாற்றியைச் சரிசெய்து மின்னோட்டம் 1 ஆம்பியர் இருக்குமாறு செய்யவேண்டும். பின்னர் மின்னோட்டத்தை நிறுத்திவிட்டு, பகுமின் கலத்தின் எதிர்மின்வாய் தகட்டை வெளியே எடுத்து, உப்புத் தாளினுல் (emery paper) நன்ருகத் தேய்த்து பளப்பளப்பாக்கவேண்டும். நீரில் கழுவி உலரவைத்த பின்னர் இதன் எடை (m_1)-யை மிலிகிராமுக்குத் துல்லியமாகக் காணவேண்டும்.

அடுத்து எடை கண்ட தகட்டை அதனிடத்தில் மின்பகு கலத்தில் பொருத்தவேண்டும். சுற்றினைப் பூர்த்தி செய்து மின்னோட்டத்தை ஏற்படுத்தவேண்டும். அதே நேரத்தில் ஒரு நிறுத்து மணிப்பொறியை இயக்கவேண்டும். அம்மீட்டர் காட்டும் அளவைப் பார்த்து தேவையானுல் மின்தடை மாற்றியைச் சரி செய்து மின்னோட்டத்தின் அளவு மாருமல் இருக்கும்படிச் செய்ய



படம் - 88

வேண்டும். சுமார் அரைமணி நேரத்திற்கு சுற்றில் மின்னோட்டம் பாய்ந்ததும், சுற்றினைத் திறந்து மின்னோட்டத்தை நிறுத்த வேண்டும் மின்னோட்டம் பாய்ச்சப்பட்ட காலத்தை துல்லியமாக நொடிகளில் கணக்கிட வேண்டும். பின்னர் எதிர்மின்வாய்த் தகட்டை வெளியே எடுத்து மெதுவாகப் பாயும் நீரில் கழுவி, உலர வைத்து மீண்டும் அதன் எடை (m_2)யை மில்லிகிராமுக்கு துல்லியமாகக் காணவேண்டும்.

எடுத்த இரண்டு எடைகளிலிருந்தும் தகட்டின் மீது படிந்த தாமிரத்தின் பொருள் திணிவைக் (mass) கணக்கிடலாம். [(m_2—m_1) கிராம்கள்].

பாய்ந்த மின்னோட்டத்தின் அளவு I, மின்னோட்டம் பாய்ந்த காலம் (நொடிகளில்) t, தகட்டின்மேல் படிந்த தாமிரத்தின் பொருள் திணிவு (m) இவற்றைக் கொண்டு தாமிரத்தின் வேதியல் எண்ணைக் கணக்கிடவேண்டும்.

கொள்கை

I-ஆம்பியர் மின்னோட்டம் 't' நொடிகளுக்குப் பாய்வதால், m கிராம் தாமிரம் எதிர்மின்வாய் தகட்டில் படிவதாகக்கொண்டால், $m = I e t$. இங்கு 'e' என்பது தாமிரத்தின் வேதியல் எண்.

எனவே $e = \frac{m}{I\,t}$ கிராம்/கூலும் (coulomu).

முடிவு

தாமிரத்தின் மின்வேதியல் எண் 'e' = கிராம்/கூலும்.

கணக்கீடு

தாமிரத் தகட்டின் எடை (ஆய்வுக்கு முன்) = m_1 = கிராம்

தாமிரத் தகட்டின் எடை (ஆய்வுக்குப் பின்) = m_2 = கிராம்கள்.

படிந்த தாமிரத்தின் எடை = $m_2 = m_1 = m$ = கிராம்.

செலுத்தப்பட்ட மின்னோட்டம் = I = ஆம்பியர்.

மின்னோட்டம் செலுத்தப்பட்ட நேரம் = t = நொடிகள்.

தாமிரத்தின் மின்வேதியல் எண் = $\frac{m}{I \times t}$

= கிராம்/கூலும்.

55. மின்பகுதிரவத்தின் கடத்துத்திறன்

நோக்கம்

ஒரு மின் பகுதிரவத்தின் தற்கடத்துத் திறனை (specific conductivity) தீர்மானித்தல்.

கருவிகள்

கோல்ராஷ் சுற்றமைப்பு (kohlraush's bridge) அல்லது மீட்டர் சமணச் சுற்று (metrebridge) சிறு மின் தூண்டுச் சுருள் (induction coil), தொலை பேசி ஏற்பி, மின்கலங்கள், மின்தடை மாற்றி, முளைச்சாவி முதலியன.

விளக்கம்

செங்குத்தாகப் பொருத்தப்பட்டுள்ள சுமார் 25 செ.மீ. நீளமும் 25 செ மீ. விட்டமும் உடைய கண்ணாடிக் குழாயில் மின்பகுதிரவம் உள்ளது. இக்குழாயின் இருபுறமும் ஒரு துளையுள்ள அடைப்பான்களால் மூடப்பட்டுள்ளன. இத்துளைகளின் வழியாகத் தாமிரத்தண்டுகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. தாமிரத் தண்டுகளின் முனைகளில் குழாயின் வெட்டு முகப் பரப்பின் அளவுக்கான வட்டத் தாமிரத் தகடுகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன. இத்தாமிரத் தட்டுகள் மின் வாய்களாகச் செயல்படுகின்றன. மேல்பக்கமுள்ள தண்டினை மேலும் கீழுமாக ஏற்றவும் இறக்கவும் இயலும். இதனால் இருமின் வாய்களுக்குமிடையே உள்ள தூரத்தை மாற்றலாம். தாமிரத் தண்டுகளின் மறு முனைகளில் இணைப்புத்திருகுகள் பொருத்தப் பட்டுள்ளன.

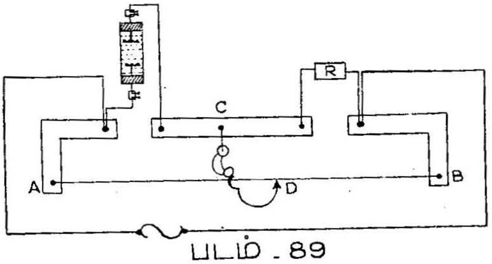
மின் பகுதிரவத்தினுள் நேரடி மின்சாரம் செலுத்தப்பட்டால் மின் நோக்கு மின் இயக்கு விசையும் (back *e.m.f.*) மின்பகுதிரவத்தில் செறிவுமாற்றமும் ஏற்படுகின்றன. எனவே மின்பகுதிரவத்தின் தடையும் தொடர்ந்து மாறும். இதன் காரணமாக லெக்

லாஞ்சி மின்கலத்திற்குப் பதிலாக மாறுதிசை மின்னோட்டத்தை (alternating current) அளிக்கும் ஒரு மின் தூண்டுச் சுருள் இணைக் கப்பட்டுள்ளது. கால்வனு மானிக்குப் பதிலாக மின்னோட்டத்தை அறிய ஒரு தொலைபேசி ஏற்பி இணைக்கப்பட்டுள்ளது.

கோல்ராஷ் சுற்றமைப்பு வீஸ்டோன் சுற்றமைப்பின் திருந்திய வடிவமாகும். இதன் மூலம் மின்பகுதிரவத்தின் குறிப் பிட்ட நீளத்திற்கான தடையைக் கணக்கிட்டு, அதிலிருந்து திரவத்தின் தற்கடத்துத் திறனைக் காணலாம்.

செய்முறை

மீட்டர் சுற்றமைப்பின் ஒரு இடைவெளியில் பகுமின்திரவக் குழாயின் இருமின் வாய்களும், மற்றொரு இடைவெளியில் ஒரு மின்தடைப் பெட்டியும் இணைக்கப்பட்டுள்ளன. மின் தூண்டுச் சுருளின் முதன்மையை (primary) மின்கலங்கள், மின்தடை யாற்றி, முளைச்சாவி ஆகிவற்றுடன் தொடரிணைப்பில் இணைக்கவேண்டும். மின் தூண்டு சுருளின் துணையை (secondary) மீட்டர் சுற்றமைப்பு



படம் - 89

கம்பியின் முனைகளுடன் இணைக்க வேண்டும். தொலைபேசி ஏற்பியை தொடர்பாக்கி (D), மீட்டர் சுற்றமைப்பின் மையமுனை (C) ஆகியவற்றுடன் இணைத்தால் கோல்ரஷ் சுற்றமைப்பு முழுமை யாகும்.

ஒரு கிராம் சம எடைப் பொருளை (gram equivalent substance) ஒரு லிட்டர் அளவுடைய நீரில் கரைத்து இயல்பான கரைசலை தயாரிக்க வேண்டும். தாமிர சல்பேட்டைப் பயன்படுத்துகையில் 159·6 கிராம் நீரற்ற தாமிர சல்பேட்டை ஒரு லிட்டர் நீரில் கரைத்து கரைசலை தயாரிக்கவேண்டும். அடுத்து கண்ணாடிக் குழாயை இக்கரைசலால் காற்றுக் குமிழின்றி நிரப்ப வேண்டும். குழாயின் மின்வாய்களுக்கு இடையிலுள்ள தூரத்தை ஒரு பொருத்தமான அளவுக்கு (L_1 செ.மீ.) அமைத்துக் கொண்டு,

தேவையான தடையைத் தடைப்பெட்டி R-ல் சேர்க்கவேண்டும். கூடவே மின் தூண்டுச் சுருளையும் இயக்க வேண்டும்.

தொடர் பாக்கியை கம்பியின் மீது A-முனையிலிருந்து B-முனை நோக்கி நகர்த்தி கம்பியின் வெவ்வேறு புள்ளிகளில் அழுத்தி தொடர்பு உண்டாக்க வேண்டும். தொலைபேசி ஏற்பியில் கேட்கும் ஒலி குறைந்து கொண்டே, ஒரு நிலையில் மிகவும் குறைந்து ஒலிக்கும். அதற்குப் பின்னர் ஒலியின் வலிமை உயரும். குறைந்து ஒலிக்கும் புள்ளியினைக் கண்டறிய வேண்டும். இது சமனுக்கும் புள்ளி. ஆனால் நடைமுறையில் மிகக்குறைந்த ஒலி கம்பியில் ஒரு ஒரு சிறியதூர இடைவெளியில் கேட்கும். எனவே இந்த இடை வெளியின் நடுப் புள்ளியைச் சமனுக்கும் புள்ளியாக (D)-க் கொள்ள வேண்டும். (D)-யிலிருந்து A-யும், B-யும் உள்ள தூரங்கள் முறையே l_1, l_2-ஆகியவற்றை அளந்தறிய வேண்டும்.

மின் பகுப்பு திரவத்தில் மின்வாய் தட்டுகளிக்குகிடையேயான தூரத்தை வெவ்வேறு அளவுகளாக்கி ஒவ்வொரு முறையும் சமனுக்கும் புள்ளியைக் கண்டு, நீளங்கள் l_1, l_2-க்களை தீர்மானிக்க வேண்டும். அளவுகளை அட்டவணைப் படுத்தவேண்டும்.

எடுத்த அளவுகளிலிருந்து மின்வாய் தட்டுகளுக்கிடையேயான இரண்டிரண்டு தூரங்களுக்கான தடைகளிலிருந்து தற்காத்துத் திறனைக் கணக்கிட வேண்டும். இவ்வாறு கணக்கிடுவதால் முனைப்பிழை (end error) திருத்தம் செய்யப்படும்.

கொள்கை

மின்பகுதிரவத்தின் தடை X-என்றும் தடைப்பெட்டியில் இருந்த தடை R-என்றும் கொண்டால்

$$\frac{X}{R} = \frac{l_1}{l_2}$$

$$\therefore X = R_1 \frac{l_1}{l_2}.$$

முனைப்பிழைத் திருத்தம்

மின்வாய்களின் முனைப்பிழைத் (end error) திருத்தம் செய்ய மின்வாய்களுக்கு இடையே உள்ள இரண்டு தூரங்கள் L_1, L_2-க்களுக்கு ஆய்வினை செய்ய வேண்டும். அவற்றின் தடைகளை X_1, X_2

என்று கொள்வோம். பின்னர் (L_1-L_2) செ.மீ. நீளமுள்ள மின் பகுதி திரவத்தின் தடை (X_1-X_2) ஓம்கள் ஆகும்.

தன்தடை எண்-S.

மின் வாய்களின் வட்டத்தகடுகளின் சராசரி விட்டத்தை வெர்னியர் காலிப்பர் மூலம் அளந்து அதிலிருந்து அதன் முகப் பரப்பை (πr^2)-த் தீர்மானிக்க வேண்டும்.
பின்னர்,

$$\text{அதன் தன் தடை எண்} = s = \frac{(X_1-X_2)\ \pi\ r^2}{(L_1-L_2)}$$

$$\text{எனவே, தன்கடத்துத் திறன்} = \frac{1}{s} = \frac{(L_1-L_2)}{(X_1-X_2).\ \pi\ r^2.}$$

முடிவுகள்

பகுமின் திரவத்தின் தன்தடை எண் (s) = ஓம்கள்/க.செ.மீ.

பகுமின் திரவத்தின் தற்கடத்துத் திறன்

= மோஸ்/க.செ.மீ.

காட்சிப் பதிவுகள் :

மின்வாய் தகடுகளுக்கு இடையேயுள்ள தூரம் (செ. மீ.)	தடைப் பெட்டியில் தடை R (ஓம்கள்)	சரியீட்டு நீளங்கள்		L_1 நீளமுள்ள பகுமின் திரவத்தின் தடை $X = \frac{R.\ (100-l_1)}{l_1}$
		l_1 செ. மீ.	$l_2 = (100.\ l_1)$ செ. மீ.	
L_1				X_1
L_2				X_2
L_3				X_3
L_4				X_4
L_5				X_5

மின்வாய் வட்டத் தகடுகளின் சராசரி பரப்பளவு (πx^2) = a ச. செ. மீ.

நீளங்கள்	தடைகள்			தன் தடை எண் (s)
L_1	X_1			
L_2	X_2	$L_3—L_1$ =	$X_3—X_1$ =	$\frac{(X_3—X_1)}{L_3—L_1} \times \pi r^2$ =
L_3	X_3	$L_4—L_2$ =	$X_4—X_2$ =	$\frac{(X^4—X_2)}{L_4—L_2} \times \pi r^2$ =
L_4	X_4	$L_5—L_3$ =	$X_5—X_3$ =	$\frac{(X_5—X_3)}{L_5—L_3} \times \pi r^2$ =
L_5	X_5			

சராசரி (s) = ஓம்கள்/க. செ மீ.

ஃ தற் கடத்துத்திறன் = $\frac{1}{s}$ = மோஸ்/க. செ. மீ.